Das Salzgebirge des Oberen Zechsteins im Mittleren Leinetal.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Fakultät

der

Georg-August-Universität zu Göttingen

von

Otto Renner
Königlichem Geologen
in Berlin.

GÖTTINGEN 1914.

Referent:
Herr Professor Dr. Pompeckj.

Tag der mündlichen Prüfung:
6. November 1912.

Der vorliegende Druck bildet nur den Text der mit zahlreichen Karten und Photographieen eingereichten und von der Fakultät angenommenen Abhandlung. Die vollständig ausgestattete Arbeit wird unter dem Titel »Salzlager und Tektonik im Mittleren Leinetal« von der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt zu Berlin im Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 13, herausgegeben.

Buchdruckerei A. W. Schade, Berlin N., Schulzendorfer Straße 26.

Vorwort.

Einer Anregung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. v. KOENEN folgend, unternahm ich eine tektonische Bearbeitung des Kaliwerks Frischglück bei Eime. Auf den Rat des Herrn Geheimrat Prof. Dr. BEYSCHLAG habe ich diese erste Arbeit später durch Hinzunahme der Nachbarwerke Desdemona bei Alfeld und Hohenzollern bei Freden erweitert. Es drängt mich, beiden Herren, die mir ihre ständige Hilfe zuteil werden ließen, auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Bei der Bearbeitung des Normalprofils hat mich Herr Geheimrat Prof. Dr. ZIMMERMANN in dankenswertester Weise angeleitet. Herrn Geheimrat Prof. Dr. SCHEIBE bin ich für Beratung in mineralogischen Dingen zu Dank verpflichtet.

Von hervorragender Bedeutung für die in der Arbeit niedergelegte Auffassung, daß das Salzgebirge in Falten gelegt ist, war eine Arbeit, die Herr Bergreferendar F. MUNDT über die Grube Hohenzollern als Examensarbeit angefertigt hat. Ich schulde ihm besonderen Dank, daß er mir die Veröffentlichung seiner Beobachtungen in selbstlosester Weise überläßt.

Außerdem wurden zwei nicht publizierte Arbeiten benutzt, die ebenfalls im Archiv der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt aufbewahrt werden, nämlich eine des damaligen Bergreferendars Herrn F. BAEUMLER über die Grube Desdemona. Die andere von Herrn R. ZIEBARTH, seinerzeit auch Bergreferendar, behandelt das Leinetal in der Zeit, da die Werke beim Abteufen waren.

Des so überaus liberalen Entgegenkommens der Grubenverwaltungen, insbesondere von Seiten des Herrn General-

direktor C. BAEUMLER, Hildesheim, des Herrn HERMANN RÖCHLING und des Herrn Bergassessor SCHMIDT, beide in Saarbrücken, des Herrn Direktor SCHNEIDER und des Herrn Betriebsführer BECKER auf Frischglück, des Herrn Grubeninspektor EISENTRAUT auf Desdemona, des Herrn Direktor JÄHRIG und des damaligen Herrn Betriebsführer NEUMEISTER auf Hohenzollern sei hier dankbarst gedacht.

Die Aufnahmearbeiten in den Gruben wurden in der Hauptsache im August 1911 abgeschlossen.

Berlin, im September 1913.

O. Renner.

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung 1
I. Teil. Tektonik 2
A. Tektonik der triassischen Schichten 2
1. Allgemeines 2
2. Die Südhälfte des Gebietes 3
3. Die Nordhälfte des Gebietes 5
4. Das Übergangsgebiet zwischen Nord- und Südhälfte . . 10
5. Querbrüche 11
6. Begrenzung von Deckgebirge und Salzgebirge 11
7. Salzspiegel 14
B. Tektonik des Salzgebirges 15
1. Hohenzollern 15
a) Die Lagerstätte im Hauptprofil 16
b) Die Lagerstätte im streichenden Verlauf 20
2. Frischglück 22
a) Profile 23
b) Zusammenfassung der streichenden Falten . . . 29
c) Querstörungen 29
3. Desdemona 31
a) Das Gebiet zwischen den beiden Querstörungen . 32
b) Querstörungen 34
c) Das Gebiet nördlich der nördlichen Querstörung . 36
d) Zusammenfassung 38
4. Zusammenfassung des Baues des Salzgebirges 39
C. Zusammenfassung der Tektonik. — Der Vorgang des Salzaufsteigens 43
II. Teil. Das Normalprofil des Oberen Zechsteins 47
A. Die einzelnen Glieder des Normalprofiles 47
1. Älteres Steinsalz 48
2. Steinsalz der Übergangszone 52
3. Älteres Kalilager 54
4. Steinsalzbesteg 59
5. Grauer Salzton 60
6. Hauptanhydrit 65
7. Jüngeres Steinsalz 71
8. Roter Salzton 78
9. Pegmatitanhydrit 80
10. Jüngstes Steinsalz 83
11. Oberer Zechsteinletten 83
B. Zusammenfassung der wichtigeren Ergebnisse und genetische Betrachtungen 84
III. Teil 94
A. Posthume Produkte 94
1. Auslaugungsresiduen 94
2. Anhydrit 97
3. Steinsalz 101
4. Carnallit 102
B. Metasomatische Umsetzungen 102
1. Im Hartsalzlager 102
2. In Anhydriten 106
Anhang. Tabellen der Tiefbohrungen und Schächte 107

Einleitung.

Das Mittlere Leinetal erstreckt sich zwischen den Stationen Kreiensen und Elze der Staatsbahn Cassel-Hannover. In diesem Gebiet geht an drei Stellen Bergbau auf Kalisalze des Oberen Zechsteins um. Im Süden baut bei Freden die Grube Hohenzollern, in der Mitte liegt zwischen Limmer und Dehnsen die Grube Desdemona und im Norden bei Eime die Grube Frischglück.

Eine Betrachtung der geologischen Verhältnisse bietet deshalb besonderes Interesse, weil einmal das Salzgebirge, das die typische Faltenform wie in den nordhannoverschen Salzrücken zeigt, durch langjährigen Betrieb gut aufgeschlossen ist, und weil zweitens die mesozoischen Deckschichten von jüngerem Gebirge nur wenig verhüllt werden, und deshalb der Zusammenhang zwischen dem Salz und den einschließenden Schichten klar festzustellen ist.

I. Teil. Tektonik.

A. Tektonik der Deckgebirgsschichten [1]).

1. Allgemeines.

Die südost-nordwestliche Richtung des Mittleren Leinetales (s. Anlage 8, die eine verkleinerte Darstellung der geologischen Spezialkarte ist, aus der selber noch weitere Einzelheiten zu ersehen sind) weicht von dem nordsüdlichen Ober- und Unterlauf der Leine ab. Diese Abweichung ist durch den geologisch-tektonischen Bau des Gebietes bedingt. Nordöstlich des Tales breitet sich eine hercynisch streichende Mulde aus, der v. Koenen den zusammenfassenden Namen der »Mulde der Sackberge« gegeben hat. Sie wird an der Tagesoberfläche in der Hauptsache von Trias und Lias aufgebaut, über dem transgredierend Neocom und darüber Gault, Obere Kreide und Reste von Mio-

[1]) Bei Bearbeitung dieses Abschnitts (S. 2—14) wurden vor allem die unten aufgezählten Publikationen benutzt. Die dort niedergelegten Ergebnisse wurden durch eigene Begehungen, sowie vor allem durch die Verfolgung der neueren Bohr- und Schachtaufschlüsse ergänzt. Die Publikationen sind:

H. Wermbter, Der Gebirgsbau des Leinetals zwischen Greene und Banteln. Neues Jahrb. f. Min. usw. VII. Beil.-Bd. 1891.

J. H. Kloos, Die tektonischen Verhältnisse des norddeutschen Schollengebirges auf Grund der neuesten Tiefbohrungen im Leinetal und bei Hannover. Festschr. d. Herzogl. techn. Hochschule zu Braunschweig für die 69. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Braunschweig 1897.

A. v. Koenen, Über die Lagerung der Schichten im Leinetal in der Gegend von Alfeld. Neues Jahrb. f. Min. usw. 1898.

J. H. Kloos, Über die Ergebnisse der Tiefbohrungen auf Kalisalze im Leinetal. Ibidem.

A. v. Koenen, Nochmals die Lagerung der Schichten im Leinetal. Ibidem.

A. v. Koenen, Über das Alter und das Verhalten der Störungen in der Umgebung der Sackberge und des Leinetals bei Alfeld und Elze. Nachrichten der Kgl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen, 1907.

Geologische Spezialkarte von Preußen mit Erläuterungen. Blätter Groß-Freden, Alfeld, Gronau i. Hann. und Sibesse.

cän folgen. Es fehlt der Braune und der Weiße Jura mit den festen Kalkbänken und der Wealden. Links der Leine dehnt sich die ebenfalls hercynisch gerichtete Hilsmulde (im weiteren Sinne) aus. In dem an das Leinetal stoßenden Flügel der Hilsmulde sind die jurassischen und cretacischen Schichten vollständig entwickelt oder enthalten wenigstens nur geringe Lücken. Beide Mulden grenzen mit einer Antiklinale aneinander, die sich mit fast gleichbleibender Richtung von Sehlde und Eime im Norden durch das Mittlere Leinetal und über dieses hinaus bis nahe an den Harz erstreckt und eine Länge von 40 km besitzt. Die Erosion hat die Antiklinale allgemein bis zum Buntsandstein und Muschelkalk, stellenweise auch bis zum Oberen Zechstein einnivelliert. Der Streifen topographisch tiefster Depression, in dem die Leine fließt, fällt auf große Erstreckung in den Bezirk der Antiklinale, springt aber mit nordsüdlicher Generalrichtung im Süden (südlich von Freden), in der Mitte (zwischen Föhrste und Alfeld) und im Norden (nördlich Brüggen) auf einen der beiden Sattelflügel über.

In dem Gebiet treten mannigfache Dislokationen auf, die sich häufen, je mehr wir uns, von dem Muldeninnern ausgehend, der Antiklinale nähern. Außerhalb des Sattelkernes sind streichende Brüche im beiderseitigen Keupergebiet bemerkenswert, an denen jedesmal Schichten ausfallen.

Der Kern der Antiklinale ist nicht gleichmäßig gebaut. Wir haben vielmehr die Nordhälfte von der Südhälfte zu unterscheiden; ihre Grenze liegt bei dem Städtchen Alfeld. Anlage 7 erläutert den verschiedenartigen Bau in zwei Profilen[1]).

2. Die Südhälfte des Gebietes.

In der südlichen[2]) Hälfte unseres Gebietes (Profil 2 auf Anlage 7) streichen auf dem Ostflügel des Sattels der Obere Zechstein, der gesamte Buntsandstein und höhere Schichten zu-

[1]) In diesen Profilen ist der Obere Zechsteinletten zum Unteren Buntsandstein gezogen.

[2]) Allgemein wird im folgenden statt Nordosten Osten, statt Nordwesten Norden, statt Südwesten Westen und für Südosten Süden gesagt.

tage aus. Sie fallen mit 50° nach NO ein. Der Obere Zechstein ist außerdem in mehreren Tiefbohrungen und Schächten unter dem Buntsandstein angetroffen; in ihm geht der Bergbau von Hohenzollern um. Auf dem Westflügel liegt im Tale als älteste Schicht Muschelkalk, zumeist mit flacher Neigung. Der Übergang vom Ostflügel zum Westflügel ist nur südöstlich von Freden und am Schleeberg bei Alfeld durchgehend aufgeschlossen; im übrigen dehnt sich das Leinealluvium zwischen beiden aus. In den Aufschlüssen stehen abgebrochene Buntsandstein- und Muschelkalkschollen an. Auch die zahlreichen Schurfschächte, die zwischen Klein-Freden und Meimerhausen geteuft wurden, haben am Fuße des Buntsandsteinzuges sehr wechselndes Einfallen festgestellt. Der Hügel, auf dem der Schacht von Hohenzollern steht, streicht abweichend nordsüdlich. Schließlich sind im Gebiet der Antiklinale bei Freden noch Schollen von Tertiär (marines Oberoligocän und Miocän) und von Unterer Kreide nachgewiesen.

Der große Leinetalsattel ist unsymmetrisch; der Ostflügel liegt 800—1000 m höher als der Westflügel. Diese ungleiche Lage kann verursacht sein einmal durch ein Absinken des Westflügels an normaler oder widersinniger Verwerfung oder durch Überschiebung des Ostflügels. Die Frage des Einfallens der Sattelstörung wird entschieden durch die Tiefbohrung Meimerhausen II (s. Tabelle 7 im Anhang), die im Unteren Buntsandstein angesetzt ist und unter dem Salzgebirge bei 560 m wieder Buntsandstein erteuft hat. Diesen Buntsandstein beschreibt Kloos[1]) als »Platten von quarzitischem Buntsandstein, etwas kalkig, mit grünem Lettenschiefer wechsellagernd«. Er rechnet ihn — wohl mit Recht — den untersten Partien des Unteren Buntsandsteins zu. Sein Einfallen beträgt 35—40°; er wird gegen das über ihm lagernde Salz durch eine mit 60° einfallende Kluft abgeschnitten. Diesen Buntsandstein hat man dem Westflügel zuzurechnen; denn Unterer Buntsandstein ist bei konkordanter Unterlagerung des über Tage aufgeschlossenen Muschelkalks des Westflügels in dieser Teufe zu erwarten,

[1]) J. H. Kloos, Festschrift.

wie das auch aus dem Profil hervorgeht[1]). Die Sattelstörung besitzt also steiles, östliches Einfallen.

Wahrscheinlich ist an diese Störung auch die Höherlegung des Ostflügels gebunden, die das Fehlen der Braun- und Weißjuraschichten und des Wealden verursacht hat. Doch soll damit keineswegs gesagt werden, daß mit dieser Verschiebung, die vor die Ablagerung des Neocoms fällt, die tektonischen Bewegungen beendet sind. Denn im Leinetal liegen, wie erwähnt, Schollen, die jünger als Wealden sind, und es erscheint möglich, daß diese Schollen auf Spalten eingeklemmt sind, wie das v. KOENEN annimmt.

3. Die Nordhälfte des Gebietes.

In der nördlichen Hälfte des Mittleren Leinetales liegen die Verhältnisse anders, und zwar, wie es zunächst scheint, umgekehrt wie in der Südhälfte. Von dem Buntsandstein des Westflügels streichen mit 35° südwestlichem Einfallen zutage aus der Röt, der Mittlere und im Süden auch Teile des Unteren Buntsandsteins, die alle gegen NO an einem auffälligen Abbruch abschneiden. In der Gegend südlich von Banteln verschwinden sie unter mächtiger Lehmbedeckung. Auf dem Ostflügel ist dagegen als tiefster Horizont Muschelkalk aufgeschlossen, und zwar nur in einzelnen aus dem Quartär herausschauenden Kuppen und Streifen, die am Großen Eversberg, am Oberg und bei dem Dorf Eime liegen und mit wechselnden Einfallswinkel nach NO geneigt sind. Zwischen beiden Flügeln breitet sich auch hier ein breiter, von Quartär verhüllter Streifen aus, aus dem westlich von Brüggen, in der Umgebung des Oberges, verschiedene Schollen von Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper hervorschauen, die in ihrer Richtung und in ihrem Einfallen kaum Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen. In den Bohrlöchern und Schurfschächten der Grube Desdemona sind östlich von dem zusammenhängenden Buntsandsteinzug des Westflügels zertrümmerte Fetzen von Buntsandstein und Mittlerem Muschelkalk (vielleicht auch Gips-

[1]) Für die kompliziertere Darstellung, die KLOOS in seinem Profil (Festschrift) gibt, liegt meiner Ansicht nach keine Veranlassung vor.

keuper) durchsunken, die z. T. auch über Tage aufgeschlossen sind und meist nordöstliches Einfallen besitzen. Im Norden, südlich und nördlich von Eime ist mit Schächten und Tiefbohrungen Tertiär nachgewiesen. Im Schacht I von Frischglück hat v. KOENEN marines Oberoligocän bestimmt; wahrscheinlich liegt dieses auch im Schacht II; denn die vom Teufen aufbewahrten Proben lieferten neben Bruchstücken von Mollusken auch solche von Bryozoen, die ja im Oberoligocän so häufig sind. Nebenbei sei bemerkt, daß in dem Tertiär des Schachtes II Gerölle von Buntsandstein und Kalkgerölle gefunden wurden.

Im Gebiet nördlich von Alfeld liegt der (über Tage aufgeschlossene) Westflügel höher als der Ostflügel (s. Profil 1 auf Anlage 7). Auch hier sind eine Anzahl Tiefbohrungen auf dem höher liegenden Westflügel angesetzt worden. Sie haben unter dem Buntsandstein Salzgebirge angetroffen, das den Gegenstand des Bergbaues auf Desdemona und Frischglück bildet, und unter diesem in Teufen von 800 und 900 m wieder Buntsandstein[1]). Wahrscheinlich ist es im Felde von Desdemona Mittlerer, in den Bohrungen Neu-Hohenzollern Oberer und weiter nördlich (Bohrungen Eime und Cecilienhall) wieder Mittlerer Buntsandstein. Die Oberfläche des Buntsandsteins steigt von Süden nach Norden flach an[2]) und ist mit 5—12° nach SW geneigt. Von dem Einfallen des Gangtonschiefers der Überschiebungskluft werden allerdings in zwei Bohrungen höhere Werte, 15—30°, angegeben. Das Einfallen des Buntsandsteins beträgt überall, wo Angaben vorliegen, 10°; nach welcher Seite es gerichtet ist, steht dahin.

Bei dem Versuche, die geschilderten Verhältnisse in der Nordhälfte zu erklären, wird man zunächst denken, daß der

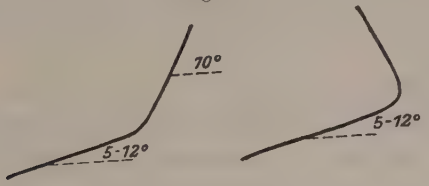
[1]) Die Kerne sind u. a. von v. KOENEN, ZIMMERMANN und KLOOS untersucht; ihr Buntsandsteinalter steht außer jedem Zweifel (s. Tabellen im Anhang).

[2]) Die nördlichste Bohrung Cecilienhall II bei Sehlde hat Mittleren Buntsandstein unter dem Salz schon bei 658 m angetroffen. Diese geringe Teufe deutet vielleicht auf veränderte Verhältnisse, die nördlich des Mittleren Leinetales einsetzen.

in der Tiefe erbohrte Buntsandstein (der »tiefe« Buntsandstein) zum Ostflügel gehört, daß also (umgekehrt wie in der Südhälfte des Gebietes) der Westflügel über den Ostflügel geschoben ist (oder dieser widersinnig abgesunken ist). Die Annahme einer konkordanten, ungestörten Zugehörigkeit des »tiefen« Buntsandsteins zum Ostflügel stößt aber auf zwei Schwierigkeiten:

Punkt 1. Die Sattelspalte muß über Tage (s. Anlage 8) in dem Streifen ausstreichen, der zwischen den beiden Flügeln liegt. Ihre äußerste, östliche Lage fällt mit dem Westrand der einzelnen Muschelkalkschollen des Ostflügels zusammen. Die Grubenaufschlüsse von Desdemona nähern sich dieser Linie in der Horizontalprojektion bis auf 280 m und 230 m. Das mit Strecken aufgeschlossene »Östliche Lager« von Frischglück (s. Seite 23 ff.) liegt nur 100 m von der Linie entfernt, und die Horizontalbohrung Nr. 2 dort reicht sogar 120 m über sie hinaus. Danach ist für die Sattelstörung in der Gegend Dehnsen-Wettensen zum mindesten ein steiles, westliches Einfallen von 70° anzunehmen, und in dem Gebiet westlich von Banteln ein nordöstliches Einfallen erwiesen. Die Dislokation zwischen dem Salzgebirge und dem »tiefen« Buntsandstein fällt aber, wie erwähnt, flach mit 5—12° nach SW ein. Sollte also diese Störung sich in der Sattelstörung fortsetzen, so ergäben sich zum mindesten Kurven, wie sie Figur 1 zeigt.

Figur 1.



Punkt 2. Durch die in Rede stehende nördliche Hälfte unseres Gebietes sind drei Profile gelegt. Auf das südliche, durch den Schacht von Desdemona und die Bohrung Dehnsen IV gelegte (Übersichtsprofil von Desdemona auf Anlage 6) ist

der sich wenig nördlich von der Schnittebene aus dem Alluvium erhebende Gr. Eversberg als Gegenflügel projiziert. Das mittlere Profil (Anlage 7, Profil 1) schneidet den Oberg und benutzt die Bohrung Neu-Hohenzollern II. Das nördliche (Übersichtsprofil von Frischglück auf Anlage 6) verwertet die Grubenaufschlüsse von Frischglück und die Bohrungen Eime II und Eime I. Den östlichen Gegenflügel dürfte hier die Grubenanschlußbahn mit Röt angeschnitten haben.

Trägt man nun in diesen Profilen unter dem Ostflügel die älteren Schichten konkordant an (die Mächtigkeit des Buntsandsteins ist mit 800 m veranschlagt), so reicht die Untergrenze des Unteren Buntsandsteins auch bei dem flachsten über Tage beobachteten Einfallen bei weitem nicht dahin, wo durch die Bohrungen der »tiefe« Buntsandstein nachgewiesen ist. Das gilt für alle drei Profile. Am evidentesten tritt die Unmöglichkeit eines ungestörten Zusammenhanges beider Buntsandsteinvorkommen in dem nördlichen Profil in der Bohrung Eime I hervor.

Es dürften damit für die Nordhälfte des Mittleren Leinetales Komplikationen im Gebirgsbau gegenüber dem Südgebiet erwiesen sein.

Welches Bild hat man sich von dem Bau des nördlichen Gebietes zu machen?

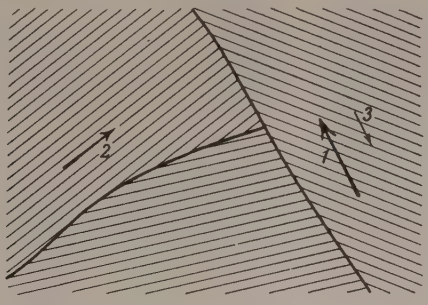
Zunächst ist hervorzuheben, daß aus dem Fehlen der höheren Jura- und untersten Kreideschichten auf den Sackbergen auch hier auf eine einstige (relative) Aufwärtsbewegung des Ostflügels geschlossen werden muß. Eine solche Störung mit derartigem Ausmaß ist aber heute nicht mehr nachzuweisen. Man kann nun (wie das auch geschehen wird) den »tiefen« Buntsandstein, von dem die Richtung des Einfallens nicht bekannt ist, zum Westflügel rechnen und annehmen, daß zwischen ihm und dem Ostflügel die präcretacische Störung liegt. Aber auch die Differenz, die sich zwischen der tiefen Buntsandsteinscholle und dem Ostflügel da ergibt, wo sie an der

Sattelstörung zusammentreffen, ist bei weitem nicht so bedeutend wie in der Südhälfte, reicht also für die Erklärung des Fehlens jener Jura- und Kreideschichten allein nicht aus.

Wenn also in analoger Weise, wie das im Süden als möglich hingestellt wurde, an der heutigen Sattelstörung jene (relative) Heraushebung des Ostflügels stattgefunden haben soll, so muß diese Heraushebung früher bedeutender gewesen und durch eine Versenkung in jüngerer Zeit zum Teil wieder ausgeglichen sein. Und für eine solche Bewegung liegen darin Anzeichen vor, daß sich die Grenzen der Kreidehorizonte von Süden nach Norden neigen, wie das eine Verfolgung der Höhenkurven auf der geologischen Spezialkarte ergibt.

Die über Tage anstehende Trias und das Salzgebirge auf dem Westflügel muß dann über den »tiefen« Buntsandstein überschoben sein und dadurch ihre so auffällige hohe Lage erhalten haben. Auf dem Westflügel liegen also zwei Schuppen vor.

Figur 2.



Im Gebiet nördlich von Alfeld sind also drei große Bewegungen erfolgt, die Figur 2 veranschaulicht, nämlich 1. (relative) Höherlegung des Ostflügels (die in der Hauptsache wohl an der Sattelstörung erfolgte), 2. eine Überschiebung innerhalb des Westflügels (Salzgebirge und Triasbedeckung über den »tiefen« Buntsandstein, der zum Westflügel gehört) und 3. eine Versenkung des Ostflügels.

Erst dieser etwas komplizierte Vorgang erklärt den so auffälligen Sattelbau in der Nordhälfte des Gebietes[1]).

4. Das Übergangsgebiet zwischen Nord- und Südhälfte.

Bisher ist die Überschiebung auf dem Westflügel nur in der Nordhälfte unseres Gebietes nachgewiesen. Es hat auch wenig Wahrscheinlichkeit für sich, daß sie sich weiter nach Süden erstreckt, da auf Blatt Freden der Westflügel so tief liegt. Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht auch, daß die Bohrungen Alfeld I und Alfeld II (s. Tabelle 8 und 9 im Anhang) die Überschiebung in geringer Tiefe, nämlich bei 508 m und 340 m angetroffen haben. Es ist möglich, daß das doppelte Auftreten des Muschelkalkes am Humberg und am Nattenberg bei Föhrste mit der tiefen Überschiebung in Zusammenhang steht, daß diese Störung ihren Ausstrich darstellt.

Die Schichtenzüge der nördlichen und südlichen Gebietshälfte divergieren im Streichen um etwa 10° gegeneinander. In der Gegend von Alfeld, wo sich die beiden großen Mulden des Hilses und der Sackberge am meisten nähern, laufen die Schichten in einem nach NO offenen Bogen ineinander über. Das Gebiet um Alfeld ist, wie die geologische Karte zeigt, noch weiter gestört, dazu aber unglücklicherweise stärker von Quartär bedeckt.

Der genauere Verlauf der Sattelspalte ist über Tage nicht sicher festzulegen. Das hat, wie schon angedeutet, seinen Grund darin, daß zwischen den beiden Flügeln der großen Leinetalantiklinale ein Schollenmosaik liegt, das größtenteils von Quartär bedeckt ist. (Auf welchem Wege es entstanden ist, wird uns weiter unten beschäftigen.) Immerhin ist aber schon aus der Lage dieses Schollenstreifens ersichtlich, daß die Sattelstörung nördlich von Alfeld nach NO verschoben ist, was ja bei der geschilderten Verschiedenheit des Baues der Nord- und Südhälfte sehr natürlich ist.

[1]) R. Lachmann hat sich die Verhältnisse wohl einfacher gedacht, als er (Kali 1910) behauptete, daß der Buntsandstein an Brüchen und Schaufelflächen unter Zechsteinsalz geraten sei.

Die beiden Flügel der Leinetalantiklinale sind von Querbrüchen zerschnitten. An ihnen setzte die Erosion ein und schuf in den Bergzügen Einsattelungen und Quertäler. Von diesen sind für den Bergbau wichtig geworden auf Hohenzollern das Tal Klein-Freden-Winzenburg, auf Desdemona das Glenetal (Gotenau) mit einem nördlichen Parallelbruch und auf Frischglück das Tal der Akebeke mit einer Anzahl Nachbarstörungen. Die weiter nördlich zwischen Dunsen und Sehlde aus dem Diluvium herausschauenden einzelnen niedrigen Muschelkalkkuppen sind, vielleicht auch an Querbrüchen, jedesmal nach NO verschoben. Es beginnt hier anscheinend der Übergang zu dem nördlich liegenden Gebiet des Osterwaldes, das eine neue tektonische Einheit bildet. 5. Querbrüche.

Abgesehen von dem Streifen zwischen den beiden Sattelflügeln, den das Schollenmosaik einnimmt, scheint der Übergang vom Deckgebirge zum Salz bei einer Lagerung von 40 bis 50° konkordant und normal vor sich zu gehen. In den am weitesten im Hangenden stehenden Bohrungen (Fiskalisches Bohrloch bei Winzenburg[1]) und Bohrloch Delnsen I) sind die Buntsandsteinschichten ohne Störungen durchteuft worden. Für das Bohrloch Eime I, das auch zu den hangenden Bohrungen gehört, gilt das nur mit Einschränkung. Doch scheinen die Unterschiebungen, die das Übersichtsprofil (Anlage 6) verzeichnet, nur untergeordnete Wirkungen des Aufsteigens des Salzgebirges zu sein. 6. Begrenzung von Deckgebirge und Salzgebirge.

Das Schollenmosaik wird, wie die Aufschlüsse über Tage in Verbindung mit den Bohrlöchern lehren, entsprechend dem Bruchwinkel der Gesteine nach oben zu breiter. Nach unten zu geht es in eine richtige Einsturzbreccie über (s. das Schichtenverzeichnis des Bohrlochs Godenau I, Tabelle 11 im Anhang, S. 112). Unter den Schollen hat, wie von vornherein anzunehmen ist und sich auch mehrfach klar nachweisen läßt,

[1]) Die geringe Mächtigkeit des Jüngsten Steinsalzes in diesem Bohrloch ist, wie weiter unten ausgeführt ist, wahrscheinlich auf Weglösung zurückzuführen.

Salzablaugung stattgefunden. Sie ist der Grund für das Abbrechen der Schollen von den beiden Sattelflügeln und für die Bildung des Schollenmosaiks, das meist vom Diluvium bedeckt ist. Die Ränder der Sattelflügel fallen häufig steil gegen die Einbruchszone ab, was sich besonders im Gebiet von Desdemona bemerkbar macht. Im Gebiet von Frischglück wird das Schollenmosaik sehr breit. Der durchlaufende Buntsandsteinzug verschwindet 1,5 km südlich von den Schächten unter dem Diluvium, und im Fortstreichen schauen aus ihm nur jüngere Schichten, wie Röt und Muschelkalk, hervor.

Unter den Schollen des Mosaiks befinden sich natürlich auch solche, die auf Spalten eingeklemmt wurden, die bei dem Nachsacken aufklafften. Schließlich kann es auch nicht verwundern, daß bei diesen Vorgängen gelegentlich triassische Schichten unter Auslaugungsrückstände gerieten (wie anscheinend in der Flachen-Bohrung bei Freden). Vielleicht trifft das gleiche auch im Schacht II von Frischglück zu (sofern die Residuen über dem Buntsandstein nicht dem Rötsalzhorizont entstammen[1]). Die Lagerung hier (s. Anlage 6) kann man aber auch so erklären, daß die Grenze zwischen Salz und Deckgebirge, die normal nach SW einfällt, in oberen Teufen nach NO umbiegt, also im ganzen eine »Schwanenhalskurve« beschreibt. Bei einer solchen Überkippung würde Älteres auf Jüngeres zu liegen kommen. Jedenfalls sind nach den im Hangenden stehenden Bohrungen keine Anzeichen vorhanden, die auf Überschiebungen in dem Deckgebirge außerhalb der Salzablaugungsregion schließen lassen.

Es soll nun aber keineswegs in Abrede gestellt werden, daß sich unter den Schollen des Mosaiks auch solche befinden können, die bei der großen Gebirgsbewegung auf Spalten abrutschten. Das mag für die Untere Kreide und vielleicht auch für das Tertiär bei Freden zutreffen. Die Schollen würden ihre jetzige Lage dann einem posthumen, postmiocänen

[1]) Eine petrographische Beschreibung der fraglichen Schichten wird S. 94 ff. gegeben.

bezw. postneocomen, Aufreißen der Sattelstörung verdanken. Immerhin muß daneben aber die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß auch diese Schollen infolge Salzablaugung absanken. Es bleibt dabei zweifelhaft, ob das Meer der Unteren Kreide und des Oberoligocäns in der Gegend von Freden direkt über Salz transgredierte. Für das Gebiet in der Nähe von Eime ist dies anzunehmen; denn es liegt hier das Tertiär direkt auf den Auslaugungsrückständen[1]). Daß unter den Auslaugungsresiduen Teile, wie der Hauptanhydrit, der Erosion (und Abrasion) erheblichen Widerstand entgegensetzen, wird schon dadurch bewiesen, daß sie im Gelände Wälle und Steilhänge (wie z. B. bei Meimerhausen) bilden können.

Die Rückschlüsse aus der Mächtigkeit der Residuen auf die Masse des weggelösten Salzes ergeben nicht unbeträchtliche Werte. Unter den Bohrungen im Gebiet von Hohenzollern hat Bohrung Meimerhausen II mit 21 m tonig verunreinigtem Gips die größte Menge Residuen durchsunken, die, wie aus der Bohrtabelle[2]) hervorgeht, der Älteren Salzfolge entstammen. Bei einem Verhältnis von $NaCl : CaSO_4 = 15 : 1$ im Älteren Steinsalz würden die Residuen einem ursprünglichen Salzprisma von 200 m entsprechen. (Rund 200 m beträgt auch die Differenz zwischen den auf ursprünglicher Lagerstätte befindlichen Miocänresten auf der Hochfläche der Sackberge und den Tertiärschollen in der Einbruchszone.) Es muß aber betont werden, daß diese, wie alle Bohrungen in diesem Gebiet am Fuß der Buntsandsteinberge stehen, wo die Ablaugung durch den Schutz des Deckgebirges erschwert werden kann (s. u.), und es ist recht wohl möglich, daß unter dem Leinealluvium die Residuen noch mächtiger sind. Im Gebiet von Desdemona sind nur wenige Angaben für die Entscheidung der Frage vorhanden. Die Bohrungen von Frisch-

[1]) Diese Annahme trifft allerdings nicht zu, wenn die Auslaugerückstände dem Röt angehören.

[2]) Tabelle 7 im Anhang, S. 108.

glück und Cecilienhall haben 70—200 m Zechsteinresiduen durchteuft. Es ist aber möglich, daß an diesen im Felde von Frischglück der Salzhorizont des Röts mitbeteiligt ist. Die große Mächtigkeit der Residuen in der Bohrung Cecilienhall II ist z. T. auf Rechnung des Hauptanhydrits zu setzen (s. Bohrtabelle 23 im Anhang).

7. Salzspiegel. Die Niveaubeständigkeit des Salzspiegels wird in unserm Gebiet nicht streng innegehalten. Im Schacht Hohenzollern ist das Steinsalz, und zwar mit 70—80° nach NO einfallendes Älteres Steinsalz bei 158 m absoluter Teufe unter NN. angetroffen. Auf seiner Oberfläche, die mit 21° gegen Osten geneigt ist, liegt 1,6 m Anhydrit mit Gips verwachsen, also wohl Auslaugungsrückstände, und darüber Grauer Salzton und der zum Teil vergipste Hauptanhydrit. In der 3 km weiter nordwestlich angesetzten Tiefbohrung Meimerhausen II finden wir das Ältere Steinsalz bei 75 m unter NN. Das bedeutet eine Differenz von 83 m bei einer Entfernung von 3 km im Streichen. — In den beiden südlich vom Schacht Desdemona geteuften Bohrlöchern Godenau (von denen Nr. II auf das Profil auf Anlage 6 projiziert ist, während sich die Ergebnisse von Bohrung I mit denen des Schachtes ungefähr decken (s. Tabellen 11 und 12 im Anhang), fällt der Salzspiegel auf 240 m querschlägige Entfernung nach dem Tal zu um mehr als 60 m. — Die Differenz zwischen den Bohrungen Neu-Hohenzollern I und II, die 1100 m voneinander entfernt sind, beträgt 100 m. — Wohl auch durch Weglösung ist die geringe, nur 4 m betragende Mächtigkeit des Jüngsten Steinsalzes in dem Fiskalischen Bohrloch Winzenburg zu erklären, das sonst so regelmäßige Verhältnisse zeigt. Diese Annahme wird dadurch wahrscheinlich gemacht, daß das Tal, in dem die Bohrung steht, von einem Querbruch durchschnitten wird, auf dem eine Salzquelle aufsteigt. Der Salzspiegel liegt hier 273 m tiefer als in dem 1500 m entfernten Schacht Hohenzollern und 356 m tiefer als im Bohrloch Meimerhausen II. Es hat in die-

sem Fall den Anschein, als ob die Schwankungen des Salzspiegels durch Störungen bedingt werden, die dem lösenden Wasser den Zutritt erleichterten. Ein anderes schon von FULDA[1]) erwähntes Moment, das die Salzauflösung erschwert, ist der Schutz des Deckgebirges (Bohrung Godenau II).

B. Tektonik des Salzgebirges.

1. Hohenzollern.

Die Lagerstätte von Hohenzollern soll an Hand mehrerer Zeichnungen[2]) besprochen werden. Anlage 1 gibt je einen Ausschnitt der 680 m- und 650 m-Sohle, sowie zwei Profile dazu. Unter diesen ist das wichtigste das Profil 1—1 (Hauptprofil), das die Aufschlüsse der genau übereinander aufgefahrenen Querschläge wiedergibt, und auf das zugleich nach einer hinab bis 620 m reichenden, sehr sorgfältigen Werkszeichnung das Profil des Schachtes übertragen ist, der allerdings 20 m südlich der Profilebene liegt. Die Schnittebene dieses Profils fällt ungefähr in die des Übersichtsprofiles, das auf Anlage 6 mit den Übersichtsprofilen der Nachbarwerke zusammengestellt ist.

Wie aus den Grundrissen z. T. ersichtlich ist, streichen die Schichten im allgemeinen südost-nordwestlich. Nur örtlich in der Umgebung des Schachtes herrscht südnördliches Streichen. Diese abweichende Richtung macht sich auch über Tage in dem Buntsandsteinrücken, dem der Schacht aufgesetzt ist, bemerkbar. Die Änderung im Streichen hat zur Folge, daß die zahlreichen Querschläge vom Schacht zu den Kalilagern zunächst in östlicher, weiterhin in nordöstlicher Richtung aufgefahren sind. Das Einfallen ist im allgemeinen nach NO gerichtet und beträgt etwa 70°.

---

[1]) E. FULDA, Zeitschr. f. prakt. Geol 1909.

[2]) Zu den Grubenzeichnungen ist allgemein zu bemerken, daß unbedeutende Störungen (wie z. B. Zerklüftung) und posthume Salze nicht angegeben sind. Auf Ausquetschungen eines oder mehrerer Schichtenglieder ist nicht durch eine besondere Signatur, etwa durch Verwerfungslinien, aufmerksam gemacht, da das zu unhaltbaren Konsequenzen führen würde. — Was Beobachtung und was Vermutung ist, ist unmittelbar zu ersehen, da die Aufschlüsse eingetragen sind.

a) Die Lagerstätte im Hauptprofil.

Verfolgen wir das Hauptprofil von Westen nach Osten. In dem Abschnitt, der mit »Erste Mulde, Erster Sattel, Zweite Mulde« bezeichnet ist, tritt uns, von kleineren Komplikationen abgesehen, hintereinander viermal die mehr oder minder lückenhafte, stets aber in den einzelnen Schichten stark geschwächte Schichtenfolge vom Älteren bis zum Jüngsten Steinsalz entgegen, und zwar in abwechselnder Reihenfolge vom Liegenden zum Hangenden und umgekehrt, wobei jedesmal das äußerste Glied (Naä oder Naj_2) zwei benachbarten Schichtenfolgen gleichzeitig angehört, sie miteinander verbindet. Die Wiederholung der Schichten ist, trotz aller Parallelität, im Prinzip auf Faltung zurückzuführen. Je zwei Salzfolgen, die in umgekehrter Reihenfolge übereinander liegen, bilden die tektonische Einheit einer Mulde bezw. eines Sattels. (Sie sind zur Unterscheidung vom Liegenden an numeriert.)

Das Ältere Steinsalz, das, wenigstens zum Teil, der zweiten Mulde als östlichste Schicht angehört, ist relativ mächtig. Nach Osten folgt über ihm zunächst ein Hauptsalzstreifen, der verschiedene linsenförmige Einlagerungen von Jüngerem Steinsalz enthält, und darüber wieder mächtiges Älteres Steinsalz. Das linsenförmige Vorkommen von Jüngerem Steinsalz innerhalb des Hauptsalzstreifens, der die beiden mächtigen Massen von Älterem Steinsalz trennt, spricht dem Hauptsalz die Bedeutung einer weiteren, nämlich der dritten Mulde zu. Der Kern dieser Mulde ist aber größtenteils ausgequetscht, so daß sich die beiden Hauptsalzflügel zu einem Strang vereinigen. Das Ältere Steinsalz im Liegenden würde dann einem zweiten und das im Hangenden einem dritten Sattel entsprechen. — Man könnte hier auch von einer Überschiebung des hangenden Älteren Steinsalzes (des Dritten Sattels) über Hauptsalz sprechen, einer Überschiebung, die aus einer Falte durch Ausquetschung des Mittelschenkels hervorgegangen ist. Doch ist als Prinzip im Bau des Salzgebirges die Faltung zu betonen. Und zur Ausbildung echter tektonischer Linien sind besondere Bedingungen erforderlich, zu denen vor allem ein ungleichmäßig

wirkender Druck gehört, der sich z. B. leicht und besonders häufig bei der Beteiligung von (relativ) spröden Schichten entwickelt. Ein solcher Fall tritt uns gleich bei der weiteren Betrachtung des Hauptprofils entgegen.

Über dem Älteren Steinsalz des dritten Sattels folgt (nach Osten zu) ein Kalilager, das aus Hauptsalz besteht. Oberhalb der 680 m-Sohle ist diesem Hauptsalz in beckenähnlicher Form (s. zu dem Profil den Grundriß der 650 m-Sohle) eine Steinsalz-Hartsalzlinse aufgelagert. Die von F. SCHÜNEMANN[1]) für ähnliche Verhältnisse des Berlepschschachtes bei Staßfurt gegebene Erklärung dürfte auch hier zutreffen. Es ist das Hauptsalz an einer scharfen tektonischen Linie unter das Ältere Steinsalz und das Hartsalz unterschoben, hat dabei den Fuß des Hartsalzes geschleppt und zu einem dünnen, viele Steinsalz- und Sylvinlinsen führenden Faltenschenkel ausgewalzt. Die Umbiegung und das Ineinanderübergehen der beiden Hartsalzflügel ist sehr klar auf der 660 m-Sohle, First 1b SO. aufgeschlossen gewesen (s. Abbildg. a auf Tafel I). An anderen Punkten ist sie durch weitere tektonische Verschiebungen verwischt. Diese Unterschiebung muß in einem frühen Stadium des Aufsteigens des Salzgebirges erfolgt sein; denn einmal sind in dem von Hartsalz eingeschlossenen Steinsalz hangende Zonen des Älteren Steinsalzes erhalten geblieben, die wir aus den übrigen Grubenbauen nicht in so großer Mächtigkeit oder überhaupt nicht kennen, und zweitens hat das Aufsteigen des Salzgebirges unterhalb der Hartsalzgrenze schon wieder zu einer neuen normalen Falte geführt, auf die ich gleich zurückkomme. (Ähnliches zeigt auch Profil 2—2.)

Das hangendste Kalilager, Hartsalz oder Hauptsalz, wird vom Grauen Salzton und Hauptanhydrit überdeckt, beide in großer Mächtigkeit und relativ regelmäßig. Die hangenden Glieder der Jüngeren und Jüngsten Salzfolge leiten zum Oberen Zechsteinletten und zum Buntsandstein über (s. Horizontal-

[1]) F. SCHÜNEMANN, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1913.

bohrung 3 auf der 600 m-Sohle (Hauptprofil) und Fiskalische Tiefbohrung bei Winzenburg (Anl. 6)).

Das gesamte Salz wird mit seinen Falten etwa 275 m unter der Tagesoberfläche durch den Salzspiegel abgeschnitten (Anl. 6). Das Tiefste der Hauptsalzmulden[1]) scheint zwischen den Schachtaufschlüssen und der Fiskalischen Bohrung zu liegen; denn diese hat unter dem einzigen Kalilager, das die direkte Fortsetzung des hangendsten Lagers von Hohenzollern ist, nur mächtiges Älteres Steinsalz durchsunken.

In den großen Sätteln und Mulden treten noch kleinere Schlingen und andere Komplikationen auf. Unter ihnen sind folgende hervorzuheben:

Im hangenden Flügel der Ersten Mulde ist in oberen Teufen (540 m) das Hauptsalz, in unteren (680 und 660 m) der Rote Salzton drei- oder sogar fünfmal mit den entsprechenden Steinsalzschichten durchfahren. Wahrscheinlich greifen diese durch Faltung hervorgerufenen Wiederholungen der verschiedenen Schichten ineinander und gehören ein und derselben Schleife an. Doch ist diese Auffassung im Profil der leichteren Übersicht wegen nicht zum Ausdruck gebracht, zumal die Angaben des Schachtprofils keine Unterstützung bringen.

Das Hauptsalzlager zeigt in der Zweiten Mulde verschiedene Unregelmäßigkeiten. Auf dem liegenden Flügel ist eine kleine Apophyse ausgebildet. In einem Aufschluß der 600 m-Sohle (s. Abbildg. b auf Tafel I) zeigen die Jahresringe des Jüngeren Steinsalzes sehr schön, daß der blind endende Hauptsalzast aus einer Falte hervorgegangen sein muß. Auf dem hangenden Muldenflügel erreicht das Hauptsalzlager auffällige Mächtigkeiten. Es ist vielfach aber in einen oder mehrere Äste gespalten, zwischen die sich Jüngeres Steinsalz und untergeordnet Grauer Salzton und Anhydrit einschalten. Die Erklärung dafür ist, daß auch hier mehrere

[1]) Die Muldenschenkel vereinigen sich auf den Zeichnungen in einem runden Bogen; es hat aber mehr Wahrscheinlichkeit für sich, daß das Muldentiefste in einem spitzen Strang ausläuft.

Schlingen übereinander gelegt sind, wobei vielleicht die Faltenkerne völlig abgequetscht wurden.

Der nächsthangende Hauptsalzstreifen (Dritte Mulde), der die erwähnten Linsen von Jüngerem Steinsalz enthält, ist, wie einmal der Grundriß der 680 m-Sohle zeigt, stellenweise noch weiter zerteilt. Ob die Zersplitterung dieses Streifens im Schacht bei etwa 300 m Teufe in der Nähe des Salzspiegels (s. Profil 1—1) nur durch Faltung bewirkt wurde, oder ob unter den vielen Schmitzen auch posthume Absätze vorliegen, läßt sich nicht mehr feststellen.

Der hangende Flügel des dritten Sattels bildet auf der 700 m-Sohle eine neue Falte aus, die sich im Hauptanhydrit als Überschiebung ausprägt. Bemerkenswert ist die Anstauung des Hauptsalzes auf dem hangenden Flügel des neuen kleinen Sattels und außerdem das Fehlen der unteren Partien des Jüngeren Steinsalzes über dem zertrümmerten Hauptanhydrit. Ein etwas vorgeschritteneres, aber immer noch frühes Stadium in der Ausbildung einer Falte zeigt Abbildung c auf Tafel I. Dem Kamm des neuen Sattels ist Hauptanhydrit vorgelagert; auf dem hangenden Sattelflügel ist auch hier Hauptsalz angestaut; die Ausquetschung des liegenden Flügels ist noch intensiver; er fällt mit dem Gegenflügel der Mulde zusammen. Analoge Verhältnisse zeigt auch Profil 2—2.

Das vorliegende Hauptprofil zeigt die Falten des Salzgebirges in einer so typischen Form, daß man eine Anzahl gesetzmäßiger Erscheinungen, die sich ohne weiteres aus der Zeichnung ablesen lassen, und die in den Profilen der beiden anderen Werke wiederkehren, besonders hervorheben muß:

1. Nie finden sich inmitten der Salzmassen Oberer Zechsteinletten und Älterer Anhydrit.

2. Sämtliche Falten sind einander in allen Schenkeln, von kleinen Abweichungen abgesehen, parallel.

3. Am mächtigsten und zugleich am regelmäßigsten ausgebildet ist der hangendste Sattelflügel.

4. In den übrigen Falten ist die Mächtigkeit erheblich reduziert; außerdem tritt jedesmal der hangende Flügel der Mulden an Mächtigkeit gegen den liegenden zurück. Besonders bemerkbar macht sich das in dem Stärkeverhältnis der beiden Streifen des Roten Salztons. (Auf den Zeichnungen läßt sich das des kleinen Maßstabes wegen nicht genügend deutlich machen.) Im Extrem fallen zwei Flügel einer Mulde oder eines Sattels zu einem Strang zusammen. Allgemein gelten für die Auswalzung noch folgende Regeln:

a) Die festen Bänke der Jüngeren Salzfolge, Grauer Salzton, Hauptanhydrit, Anhydritmittel, manchmal auch Roter Salzton, sind zu zusammenhangslosen Klötzen und Brocken zerrissen.

b) Das Untere und Mittlere Jüngere Steinsalz pflegt an das Vorkommen von Hauptanhydrit gebunden zu sein, mag dieser auch nur in Resten auftreten.

b) Die Lagerstätte im streichenden Verlauf.

Wie weit das geschilderte, in den Schachtquerschlägen aufgeschlossene Profil im Streichen gleichbleibend fortsetzt, darüber geben nur dürftige Aufschlüsse Auskunft. Horizontalbohrung 4, die auf der 600 m-Sohle etwa 600 m nördlich der Schachtquerschläge vom hangendsten Kalilager aus ins Liegende getrieben ist, hat eine ähnliche, zusammen allerdings geringmächtigere Wechselfolge von Steinsalz, Hauptsalz und Rotem Salzton durchteuft. Doch wird das Hinzutreten weiterer, vielleicht nur lokaler Komplikationen durch die Aufschlüsse der Bergemühlen auf der 580 m- und 590 m-Sohle bewiesen.

Daß eine andere Horizontalbohrung (Nr. 2) im Südfelde der 680 m-Sohle (s. Grundriß) im Liegenden des östlichsten Kalilagers trotz großer Tiefe nur etliche Hauptsalzstreifen erbohrte, ohne Roten Salzton zu erreichen, erklärt sich (wenn wir überhaupt die Ergebnisse solch langer Horizontalbohrungen als vollwertig ansehen wollen) aus der in der Nähe des Schachtes sich breitmachenden Schichtendivergenz, die oben schon erwähnt wurde.

Streichend auf größere Erstreckung sind gelegentlich des Abbaues die Kalilager auf dem hangenden Flügel des dritten Sattels verfolgt. Der Lagerteil nördlich der Schachtquerschläge erstreckt sich fast geradlinig. Seine Mächtigkeit wächst und sinkt langsam. Etwa 600 m nördlich der Schachtquerschläge ist auf der 680 m- und 660 m-Sohle eine schräg nach oben und Süden gerichtete Ausstülpung des Hauptsalzlagers in das Liegende zu erwähnen.

Südlich der Hauptquerschläge verhält sich das Hauptsalz unregelmäßig (s. Grundriß der 680 m-Sohle). Es ist zweimal zu mächtigen Staumassen angeschwollen, die den Grauen Salzton und den Hauptanhydrit durchbrechen und dazu weit (um 50 bis 100 m) aus der Streichrichtung ins Hangende verschoben sind. Sie setzen beide etwas schräg von NW nach SO in die Höhe. Daß der nördliche Rand der ersten Anschwellung auf den Sohlen oberhalb 650 m mit dem Auskeilen der Hartsalz-Steinsalzlinse zusammenfällt, ist wohl nicht Zufall. Immerhin ist aber die schräge Aufwärtsrichtung auch tiefer, wo kein Hartsalz vorhanden ist, zu verfolgen. Die im Hauptprofil beschriebene, im Anfangsstadium der Ausbildung befindliche Falte auf der 700 m-Sohle gehört wohl zu dieser Staumasse. Aus dem Grundriß und aus dem Profil 2—2 ist ersichtlich, daß das Jüngere Steinsalz die direkte hangende Bedeckung des Hauptsalzes im Bereich dieser Anschwellungen bildet. Salzton und Anhydrit sind nur dort vorhanden, wo die halbmondförmige Ausbeulung in das Generalstreichen übergeht, und außerdem innerhalb der Hauptsalzmassen in kleinen Brocken, die man wohl als »Findlinge« bezeichnen könnte. Das Hauptsalz sendet an den ungefähren Rändern der Staumassen ansetzende bogenförmige Ausstülpungen in das liegende Ältere Steinsalz hinein, die in den Schnitten der Zeichnungen als apophysenähnliche Äste hervortreten. In der nördlichen, größeren Anschwellung (Profil 2—2) scheint zu der äußeren noch eine innere größere Ausstülpung in Staffelstellung zu treten.

Der Vorgang, der zur Bildung der Staumassen und der

von diesen ausgehenden Apophysen führte, ist wohl so zu denken, daß das an einer Stelle anschwellende Hauptsalz die spröde Bedeckung sprengte, sich zu einem Sattel aufwölbte und dann auf dem hangenden Flügel desselben, entweder vor dem durchbrochenen Hauptanhydrit (s. Hauptprofil) oder vor einer remanierten Scholle desselben (Figur c auf Tafel I), oder vor Hartsalz (Profil 2—2) angestaut wurde. (Solche ins Hangende verschobene Aufsattelungen ergeben im Grundriß das Bild »stehender Falten«.) Liegende Partien des Hauptsalzes, die der Aufwölbung nur geschleppt folgten, wurden dabei in Älteres Steinsalz eingefaltet. Ein anderer Gedanke, daß in den Hauptsalzästen Ausfüllungen aufgerissener Spalten vorliegen, muß dieser Deutung weichen, allein wenn man berücksichtigt, daß die Jahresringe im benachbarten Steinsalz den Ästen parallel laufen. Zur Erklärung der zahlreichen Hauptsalzstreifen am nördlichen Rande der ersten Staumasse, die Salztonbrocken und gefaltetes Jüngeres Steinsalz einschließen, und die auf der 700 m-Sohle noch komplizierter ausgebildet sind, müssen weitere Vorgänge wie Zerrung und nachträglicher Zusammenschub angenommen werden.

Die beiden Hauptsalzanschwellungen werden durch einen ruhiger gebauten Lagerteil verbunden, über dem Salzton und Hauptanhydrit in einer Horizontalbohrung (Nr. 1) nachgewiesen sind. Die südliche Fortsetzung der zweiten Staumasse (s. Grundriß der 680 m-Sohle) dagegen bildet ein dünner Hauptsalzstreifen, der von glatten Ablösungsflächen begrenzt ist und Jüngeres Steinsalz von Älterem scheidet. Senkrecht von dem Hauptsalz strahlen ins Liegende einige Spalten aus, die zum Teil mit Steinsalzkrystallen ausgekleidet sind. Diese Erscheinungen in den südlichsten Aufschlüssen dürften mit einer Querstörung zusammenhängen, die sich über Tage in dem Winzenburger Quertal ausdrückt (s. S. 11).

2. Frischglück.

Auf Anlage 2 ist der Grundriß der 675 m-Sohle von Frischglück dargestellt. Die durch die Lagerstätte gelegten sechs

Profile enthält Anlage 3. Ein Übersichtsprofil, das zum Teil mit dem Profil 4—4 zusammenfällt, findet sich auf Anlage 6.

Der Grundriß zeigt, daß auch diese Salzmassen von hercynischem Streichen beherrscht werden. Die Schichten fallen nach der entgegengesetzten Seite wie auf Hohenzollern, nach SW, ein, und zwar etwas flacher wie dort, im allgemeinen mit 40°. Entsprechend der Beschreibung von Hohenzollern sollen die Schichten vom Liegenden nach dem Hangenden, also hier von Osten nach Westen, verfolgt werden.

a) Profile.

Die liegendsten (östlichsten) Schichten sind nur aus Horizontalbohrungen bekannt geworden (s. Grundriß und auch Übersichtsprofil). Horizontalbohrung 2 hat ganz im Osten Jüngeres Steinsalz und davor in zweifacher Wiederholung das Profil: Hauptsalz (dieses nur in der westlichen Folge), Grauen Salzton, Hauptanhydrit und Jüngeres Steinsalz durchfahren. Vor allem an den Übergängen der Horizonte sind an den Bohrkernen Druckspuren zu beobachten. Zur Erklärung der Schichtenwiederholungen sind, wie aus dem Profil auf Anlage 6 ersichtlich, staffelförmige Überschiebungen herangezogen, die aus ungleichmäßig ausgequetschten Falten hervorgegangen sein mögen. Dabei ist angenommen, daß das Einfallen, von dem man an den Bohrkernen nur die Größe messen kann, immer nach SW gerichtet ist. Doch ist möglich, daß die Schichten, vielleicht auch nur z. T., nach Osten geneigt sind, sich also der Richtung der Sattelspalte anpassen. Die in der Anlage 6 gegebene Darstellung des westlichen Einfallens fügt sich aber dem im übrigen nachgewiesenen Gebirgsbau besser ein und beugt zugleich der Auffassung vor, daß in diesen Schichten ein Gegenflügel vorliegt.

Westlich von den aufgeführten Schichten liegen die der dauernden Beobachtung zugänglichen Streckenaufschlüsse. Es folgt westlich von dem hangendsten besprochenen Jüngeren Steinsalz zunächst ein recht unregelmäßiges Hauptsalzvorkommen mit Resten von Grauem Salzton und Hauptanhydrit, das »Östliche Lager«, das aus mehreren, meist zwei Streifen be-

steht. Diese fallen im Niveau der 675 m-Sohle gegeneinander ein, so daß der Eindruck einer Mulde hervorgerufen wird. Eine Mulde kann aber nicht vorliegen, da das ganze Hauptsalzvorkommen östlich wie westlich von jüngeren Schichten begrenzt wird. Wahrscheinlich bildet das Östliche Lager in seiner Gesamtheit einen etwas eigenartig gebauten Sattel (s. Profil 4—4), oder es liegt zwischen ihm und den östlichen Schichten eine Überschiebung. Westlich von diesem Hauptsalzvorkommen besteht das Salzgebirge im Schnitt des Profils 4—4 zunächst aus engfolgenden Bänken von Hauptsalz, Älterem und Jüngerem Steinsalz (dieses mit Brocken von Grauem Salzton und Anhydrit) und zwei dünnen Schnüren von Rotem Salzton, die etwas Jüngstes Steinsalz einschließen. Diese Schichten werden als Faltungszone I zusammengefaßt [1]). Über ihnen lagert eine arg zertrümmerte, mächtige Hauptanhydritmasse. — Auch im nächsten nördlichen Profil (5—5) sind in Horizontalbohrung 8 Schichten durchteuft, die dem Östlichen Lager und der Faltungszone I entsprechen mögen. Statt des überlagernden Hauptanhydrits ist aber nur Jüngeres Steinsalz mit zahlreichen, in konkordanten Lagen angeordneten Salztonbrocken [2]) aufgeschlossen. Die mächtige Hauptanhydritscholle im vorigen Profil hat man vielleicht auch nur als eine große Einlagerung im Jüngeren Steinsalz aufzufassen, die dieses allerdings fast vollständig verdrängt. Ob das »Dritte Lager« im Profil 6—6 eine nördliche Fortsetzung des Östlichen Lagers ist, läßt sich vorläufig nicht entscheiden. Im Profil 1—1, also südlich der Profilebene 4—4, scheint die geschilderte Salzfolge (Östliches Lager, Faltungszone I und das Jüngere Steinsalz mit den vielen Salzton- und Anhydriteinlagerungen) durch reines Jüngeres Steinsalz in großer Mächtigkeit verdrängt zu werden.

---

[1]) Innerhalb der Faltungszone sind in den Zeichnungen des kleinen Maßstabes wegen manchmal mehrere Hauptsalzstreifen zusammengefaßt. Die Mulde des Roten Salztones und des Jüngsten Steinsalzes ist durch eine braune Linie dargestellt.

[2]) Für solche Schichten ist auf den Zeichnungen eine besondere Signatur gewählt, s. Farbenerklärung auf den Anlagen.

Die weiter im Westen folgenden Schichten sind in sämtlichen Profilen relativ gleichförmig gebaut. Zunächst beobachten wir eine zweite Faltungszone, die ähnlich gebaut ist wie die erste[1]). (Eine Ansicht von einem Teil gibt Phot. 17 auf Tafel IX.) Die Anzahl der an ihr beteiligten Bänke und Schnüre von Steinsalz, Hauptsalz und Rotem Ton ist sehr wechselnd. Hervorzuheben ist, daß in dieser Faltungszone die dünnen Lagen von Rotem Salzton häufig (vor allem in dem östlichen der paarweise auftretenden Streifen) in perlschnurartig angeordnete, zentimetergroße Brocken aufgelöst sind, die manchmal weit voneinander liegen können und dann leicht zu übersehen sind. Phot. 11 auf Tafel VI zeigt den Roten Salzton in einer für Frischglücker Verhältnisse bedeutenden Stärke. Auf Phot. 18, Tafel IX, beginnt in den beiden unteren Tonstreifen die Auflösung in Brocken. Das von den Roten Tonschnüren eingeschlossene Jüngste Steinsalz ist natürlich auch ganz geringmächtig. Wo der Rote Salzton dickere Lagen bildet (maximal 1 m), sieht man zahllose Harnische, die im großen und ganzen die Richtung von NW steil aufwärts nach SO besitzen. Auch die Auswalzung der Hauptsalzstreifen geht bisweilen sehr weit. Als letzter Rest machen sich in den Strecken an der Grenze zwischen Älterem und Jüngerem Salz Kieseritausblühungen bemerkbar. Posthume Salze sind in der Faltungszone häufig. — Die vielfach wechselnden Bänke der Faltungszone bilden eine Reihe paralleler Falten, in denen meist die Sattelkerne von Älterem Steinsalz ausgequetscht sind, sodaß (Jüngeres Steinsalz und) Kalistreifen wieder auf Jüngerem Steinsalz liegt, also der Eindruck einer Überschiebung erweckt wird. Überhaupt ist die Intensität der Faltung und Auswalzung in dieser Faltungszone außerordentlich hoch; so erscheint z. B. am Aufbrechen V in einem 2—2,5 m mächtigen Schichtenpaket das Kalilager in zehn und der Rote Salzton in acht dünnen Streifen. Die Mächtigkeit der Faltungszone II schwankt im Streichen erheblich, indem sich entweder

[1]) Für die zeichnerische Darstellung gilt das bei Faltungszone I Gesagte.

die Zahl der Bänke und Schnüre verändert, oder sich einzelne von ihnen stärker herausheben. So gewinnt im Süden (Profil 2—2 und 3—3) die hangendste Falte (eine Hauptsalzmulde mit linsenförmigen Kernen von Jüngerem Steinsalz und ein Sattel von Älterem Steinsalz) auf einige Erstreckung größere Bedeutung. In der Mitte werden über der großen Anhydritscholle die Brocken von Rotem Salzton sehr spärlich und fehlen wohl auch auf größere Entfernung. In der hier nur sehr geringmächtigen Faltungszone haben wir dafür zahlreiche Anhydritbrocken, die in der Hauptsache dem Hauptanhydrit, daneben den Anhydritmitteln entstammen. Im Norden, im Profil 5—5 und noch mehr im Profil 6—6, nimmt der liegendste Hauptsalzstreifen an Mächtigkeit gewaltig zu und bildet das sogenannte »Zweite Lager«, das lokal auch Hartsalz enthält. Es wird beiderseits von Jüngerem Steinsalz begrenzt, scheint also als Ganzes wieder einen Sattel zu bilden. Doch beweisen die zahlreich eingelagerten Linsen von Jüngerem Steinsalz und die Anhydritfindlinge, daß der Faltungsvorgang komplizierter war.

Nördlich der Profilebene 6—6 heben sich die Mulden der Faltungszone II soweit heraus, daß der Rote Salzton und das Jüngste Steinsalz bald aus dem Niveau der 675 m-Sohle verschwinden, nachdem vorher das Muldentiefste mit einer besonders großen Zahl enger spitzer Schlingen durchgegangen ist (s. Grundriß). Die Hauptsalzstreifen im Liegenden des Roten Tones vereinigen sich mit dem Zweiten Lager; die im Hangenden fließen in das Hauptlager (s. u.) über. An Stelle der zahlreichen Falten von Hauptsalz und Rotem Salzton lagert in großer Mächtigkeit Unteres Jüngeres Steinsalz. Ihm sind konkordante Bänke von Grauem Salzton (s. Photo 19 auf Tafel X) eingefügt, die etwa 10 cm stark sind und sich manchmal ohne Unterbrechung sehr weit erstrecken[1]). Häufig sind die Bänke auch in einzelne Brocken aufgelöst (s. Photo 20 auf Tafel X), und

[1]) Auf die petrographische Beschaffenheit dieser Einlagerungen wird im stratigraphischen Teil beim Grauen Salzton eingegangen.

zwar entstammen diese dann vorwiegend den hangenden Schichten des Grauen Salztons, während die durchgehenden Bänke meist der anhydritischen Partie angehören. Neben dem Grauen Salzton kommen auch klotzförmige Findlinge von Hauptanhydrit und kleine Einschlüsse des porphyrisch struierten Anhydrits vor, der im II. Teil Seite 65 beschrieben wird. Alle Brocken und Bänke zeigen vielfach Harnische (s. Photo 23 auf Tafel XII), Falten und Fältelungen. Solche Einlagerungen, die, wie schon bemerkt, mit besonderer Signatur dargestellt sind, treten übrigens vielfach im Jüngeren Steinsalz, vor allem innerhalb der Faltungszonen, auf (Photogr. 23 ist einer Zone östlich des Aufbrechens II im Profil 5—5 entnommen). Die tektonische Erklärung der Salztonbrocken macht gewisse Schwierigkeit. Eine Auswalzung des gesamten Salztonprofils in dünne Bänke und Brocken und danach eine Zusammenfaltung in enge, spitze Schlingen ist nicht denkbar, weil Hauptsalz und Älteres Steinsalz völlig fehlen. Wir müssen vielmehr annehmen, daß der Salzton bei der Biegungsbeanspruchung im Muldentiefsten in einzelne dünne Bänke zerblätterte, zwischen die Jüngeres Steinsalz plastisch eindrang. Später mag dann eine Auswalzung erfolgt, und dadurch die Parallelität aller Einschlüsse in dem Steinsalz bewirkt sein.

Der hangendste Hauptsalzstreifen der Faltungszone II bildet den östlichen Flügel eines schmalen Sattels, dessen Gegenflügel mit dem Hauptkalilager und seiner mächtigen hangenden Bedeckung viel stärker entwickelt ist. Die Sattellinie liegt exzentrisch nach Osten zu in dem Älteren Steinsalz; nördlich der Profilebene 6—6 taucht dies völlig unter die 675 m-Sohle unter, und die beiden Hauptsalzflügel fallen zusammen. Weitere Veränderungen erleidet der Gebirgsbau in den nördlichsten Aufschlüssen, die noch nicht so weit vorgeschritten sind, um die Hauptzüge der Tektonik herausschälen zu können.

Das, was bisher als Hauptlager bezeichnet wurde, ist kein einheitliches Lager. Es besteht aus Hauptsalz und aus Hart-

salz, das z. T. direkt auf dem Hauptsalz liegt; im südlichen Teile des Grubenfeldes schaltet sich zwischen beide mächtiges Älteres Steinsalz; und direkt über dem Hauptsalz liegt dann meist noch eine dünne, stark ausgewalzte Hartsalzbank. Entsprechend, wie das von Hohenzollern geschildert wurde, liegt auch hier zwischen dem Hauptsalz und dem hangenden Hartsalz bezw. dem Älteren Steinsalz eine Unterschiebung. Am Aufbrechen V sind mehrere Unterschiebungen gestaffelt.

Über dem hangendsten Kalilager folgen, abgesehen von den Stellen besonderer Störungen (s. unten), normal die hangenden Schichten, zunächst bis zum Roten Salzton. Besonders regelmäßig sind sie auf der 625 m-Sohle aufgeschlossen; dagegen weist der Hauptanhydrit auf der 675 m-Sohle am Schacht eine ganz abnorme, durch Störungen bedingte Mächtigkeit auf; dafür fehlen dort die liegenden Partien des Jüngeren Steinsalzes. Weiter im Hangenden ist in den Schächten noch eine große Falte aufgeschlossen, von der vor allem der Rote Salzton und das Jüngste Steinsalz ergriffen sind (s. Übersichtsprofil).

Das normale (südwestliche) Einfallen von 35—45 ° herrscht auf der 675 m-Sohle und oberhalb derselben. Nach der Tiefe verflacht es sich entsprechend der liegenden Begrenzung des Salzgebirges (s. vor allem das Übersichtsprofil auf Anlage 6). Auffällig und sehr wichtig ist weiter, daß die Bedeckung des Hauptlagers durch Anhydrit und Grauen Salzton in der Tiefe plötzlich abschneidet und, wie Tiefbohrung Eime I lehrt, auch weiter nach SW fehlt. Vor dem Hauptanhydrit ist das Hauptlager zu mächtigen Massen angeschwollen, die viele Fremdkörper, wie Grauen Salzton, Anhydrit und Steinsalz, einschließen (s. Profil 4—4). Zwischen diesen Hauptsalzmassen, die als »Tiefes Lager« bezeichnet werden, liegt Jüngeres Steinsalz und dünne Lagen von Rotem Salzton, die wohl zur Faltungszone II gehören. Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß die gesamte Salzmächtigkeit zwischen den Bohrlöchern Eime I und II schnell keilförmig abnimmt.

b) Zusammenfassung der streichenden Falten.

Fassen wir den Bau der Frischglücker Salzmassen an dem größten querschlägigen Profil (s. das Übersichtsprofil auf Anlage 6) zusammen: Östlich vom Schacht tritt uns — großzügig betrachtet — eine sechsmalige Wiederholung des mehr oder weniger vollständigen Profils Kalilager-Grauer Salzton-Hauptanhydrit-Jüngeres Steinsalz entgegen. Die drei westlichen Folgen werden, wie die der genauen Beobachtung zugänglichen Streckenaufschlüsse zeigen, durch relativ geringmächtige Faltungszonen verbunden, in der intensivst ausgewalzte Falten eng und parallel übereinander gelegt sind. In den Faltungszonen erscheinen Glieder des Normalprofils vom Älteren bis zum Jüngsten Salz. Jede der Faltungszonen kann man, im ganzen betrachtet, mit dem Mittelschenkel einer großen Falte vergleichen, die in eine Überschiebung übergeht. Die nur aus Horizontalbohrungen bekannt gewordenen drei östlichen Folgen sind im Prinzip ähnlich gebaut, mögen auch an die Stelle der Faltungszonen wirkliche Überschiebungen treten. Westlich vom Schacht, in der Tiefe, bilden das von jüngerem Steinsalz überdeckte Hauptsalzlager und die Faltenzone II wohl noch weitere Falten, die bisher nur dürftig aufgeschlossen sind.

Als wesentlicher Unterschied von dem auf Hohenzollern festgestellten Gebirgsbau ist zunächst die andere Entwicklung des Mittelschenkels der Falten hervorzuheben. Dieser wird entweder durch jene so intensiv ausgewalzten Faltungszonen vertreten, oder er fehlt ganz. Die ungleiche querschlägige Verteilung von breiten ruhigen Lagerteilen und schmalen Faltungszonen fällt im Übersichtsprofil besonders stark in die Augen, weil hier Älteres Steinsalz so gut wie fehlt, und der Hauptanhydrit so auffällig große Massen bildet. Ein zweites differierendes Moment ist die keilförmige Abnahme der Salzmassenmächtigkeit im Westen nach der Tiefe zu und gleichzeitig das Verschwinden des Hauptanhydrits einschließlich des Grauen Salztons.

c) Querstörungen.

Der Bau des Salzgebirges ist durch Querstörungen noch weiter beeinflußt (s. Grundriß, Anlage 3). Diese Querbrüche,

die sich auch über Tage nachweisen lassen (s. S. 11), zerlegen das Hauptlager in eine Reihe von Abschnitten. An der südlichen Querstörung ist in eine breite Spalte des Hauptanhydrits vom Liegenden aus das Hartsalzlager in einer Ω-förmigen Schlinge, und vom Hangenden Jüngeres Steinsalz eingepreßt. An dem nächsten Querbruch sind die beiden Schollen gegeneinander um 20 m verschoben. Das Hartsalz wird zu beiden Seiten auf etwa 30 m durch Steinsalz-Langbeinit vertreten. Zwischen diesen beiden südlichen Querbrüchen ist das normale Einfallen von 35 und 45° auf 15—20° verflacht.

Die nördliche Querstörung ist richtiger als Störungszone zu bezeichnen. Sie beginnt 400 m nördlich des Schachtquerschlages und hat über 100 m Breite. Zwischen einer Anzahl von Parallelbrüchen ist das Lager jedesmal um 30—60 m aus dem Generalstreichen verschoben und dabei abwechselnd angeschwollen und ausgewalzt. Die Bedeckung des häufig steiler einfallenden, auch überkippten Lagers bildet vielfach Jüngeres Steinsalz. Kleinere Faltungen und Verschiebungen sind aus den Zeichnungen zu ersehen. Zu bemerken ist, daß die im allgemeinen gleichförmig gestreckten Sättel und Mulden der Faltungszone II in kleine, flache Wellen gelegt sind, wie das Profil 6—6 zeigt. Es geht daraus hervor, daß die Querverschiebungen nach Beginn der streichenden Faltung eingesetzt haben.

Eine etwas anders geartete, von Westen kommende und nach Süden unter 60° geneigte Störung zerschneidet in der Nähe der Aufbrechen II und IV das Lager spießeckig. Sie bewirkt auch die im Profil 5—5 hervortretende Überkippung auf der 625 m-Sohle und die Ausquetschung des Grauen Salztones dort.

Überall an den Querstörungen sind meist horizontal verlaufende Gleitschrammen zu beobachten, und zwar auf allen Gesteinen (Phot. 21 auf Tafel XI zeigt Gleitschrammen auf Hauptanhydrit): besonders häufig sind gewölbte Harnische auf der Grenzfläche von Hauptsalz und Jüngerem Steinsalz, wo

Hauptanhydrit und Grauer Salzton ausgequetscht sind (s. Phot. 22 auf Tafel XI). Das reichliche Vorkommen von posthumen Salzen im Bereich der Störungen ist zu erwähnen.

Die Querbrüche pflegen im Liegenden des Hauptlagers mit Faltungen auszuklingen. Die meist nicht sehr große, gegenseitige Verschiebung der Schollen gleicht sich fast vollständig im hangendsten Hauptsalz aus.

3. Desdemona.

Das Grubengebäude von Desdemona zerfällt in zwei Teile, einen oberen mit der Hauptsohle bei 475 m und einen tiefen, den vor allem die 690 m-Sohle bildet. Zwischen beiden existiert an Verbindungen außer dem Schacht I noch ein Aufbruch, der sogenannte »Zwischenschacht«, der 350 m nordwestlich vom Schacht I liegt. — Die Lagerungsverhältnisse werden wieder an Hand mehrerer Zeichnungen besprochen. Anlage 4 gibt die Grundrisse der beiden Hauptsohlen (690 und 475 m-Sohle) und Anlage 5 eine Anzahl Profile dazu. Ein Übersichtsprofil [1]), das den Schacht und Bohrung Dehnsen IV schneidet und zum Teil mit dem Profil 1—1 auf Anlage 5 zusammenfällt, ist auf Anlage 6 mit den Übersichtsprofilen der anderen Werke zusammengestellt.

Die Betrachtung des Grundrisses der 690 m-Sohle lehrt, daß das (von den andern Gruben bekannte) hercynische Streichen nicht überall herrscht, daß es in zwei breiten Zonen, die auf dem Grundriß durch Kreuzschraffur gekennzeichnet sind, durch eine ungefähre SW-NO-Richtung ersetzt wird. Die eine dieser Zonen liegt ganz im Süden der Grube (»Neuer Querschlag« und westlicher Teil des »Hangenden Querschlages«), die andere umfaßt die Nachbarschaft der »Nordöstlichen Verbindungsstrecke« und des »Zwischenschachtes«. Auf der 475 m-Sohle treten uns diese Zonen auch, allerdings in etwas anderer

[1]) Auf dieses Profil ist die 300 m südlich der Profilebene liegende Bohrung Godenau I projiciert. Damit soll nicht behauptet werden, daß im Profil dieselben Verhältnisse herrschen, sondern es soll nur das Schema zum Ausdruck gebracht werden.

Gestalt, entgegen. In diesen Zonen drücken sich große Querstörungen aus, wie wir sie schon — wenn auch nicht in dem Maßstabe — von Frischglück kennen gelernt haben; auch hier sind sie über Tage (Glenetal) nachzuweisen. Außerhalb der beiden Störungszonen besitzen die Salzmassen gemäß ihrer Zugehörigkeit zum Westflügel des Leinetalsattels ein südwestliches Einfallen, das in der Größe sehr schwankt. Ausnahmsweise ist das Einfallen auch nach NO überkippt.

a) Das Gebiet zwischen den beiden Querstörungen.

Fassen wir zunächst das Gebiet ins Auge, das zwischen den beiden Querstörungen liegt und durch die Profile 1—4 verbildlicht wird. Das größte Profil (2—2) ist durch den Schacht und den Südwestlichen Querschlag der 690 m-Sohle gelegt. Vom Liegenden zum Hangenden, also von Osten nach Westen, ist dazu folgendes zu bemerken: Die große Mächtigkeit des Älteren Steinsalzes, das in dem Liegenden Querschlag und weiter in der Horizontalbohrung 1 durchfahren wurde, ist zum Teil wohl nur eine scheinbare, durch Faltung hervorgerufene. Der östlichste Hauptsalzstreifen auf der 690 m-Sohle am Schacht, der manchmal zur Hälfte aus Hartsalz besteht, stellt eine stark ausgequetschte Mulde dar. Weiter dürften folgende Erscheinungen untereinander im Zusammenhang stehen: Die große Breite der Anhydritmulde; ihre Einpressung in den liegenden Sattel von Älterem Steinsalz, durch die dessen fächerförmiger Bau im Schnitt der 690 m-Sohle bewirkt wird; das widersinnige, flache östliche Einfallen dieses Anhydrits und seine Zertrümmerung in abgesetzte streichende Schollen; und schließlich die Unterfaltung unter dem (lokal zusammengeschnürten) Sattel westlich der Hauptanhydritmulde. Es drängt sich bei Betrachtung dieser Verhältnisse die Erklärung auf, daß der in der Richtung der Schichten von Südwesten wirkende Druck durch die vorgelagerten großen Anhydritmassen an der Ausbildung gleichförmiger Falten gehindert wurde, und daß er statt dessen den Hauptanhydrit in das östliche Steinsalz hineinpreßte, den Westflügel des Anhydrits aufbog und das Hauptsalz davor zunächst aufsattelte und weiter unterfaltete.

Die geschilderten Falten lassen sich zu drei Zügen gruppieren, die in die Profile eingetragen sind. Über den streichenden Verlauf ist zu bemerken, daß der Sattel des mittleren Zuges nach Süden zu (s. Profil 1—1, Anlage 5) breiter wird, und daß die unter diesen Sattel unterfalteten Hauptsalzstreifen zu einem mächtigen Sack, dem sogenannten »Südwestfeld«, anschwellen. Nördlich des großen Profils 2—2 schließt sich der Sattel; es fallen die beiden Hauptsalzflügel auf der 690 m-Sohle zusammen. Westlich folgt, im Niveau der 690 m-Sohle durch eine Mulde von Jüngerem Steinsalz getrennt und an der Grenze durch Gleitschrammen abgeschnitten, eine ganz gewaltige Staumasse von Hauptsalz, wie sie in solchen Dimensionen im Kalibergbau wohl einzig dasteht. Es ist dies das sogenannte »Westfeld«[1]).

Zu dem westlichen Faltungszug, der sich von dem mittleren nicht überall scharf trennen läßt, werden die zahlreichen dünnen, intensiv gefalteten Kalistreifen gerechnet, die südwestlich der großen Hauptsalzmasse liegen.

Die Sättel des mittleren und westlichen Faltungszuges reichen nicht viel über die 690 m-Sohle hinaus. Die des östlichen erstrecken sich weit in die Höhe und sind z. T. mit den oberen Sohlen genau verfolgt worden. Die in das große Profil (2—2) fallenden gestaffelten Falten, die im einzelnen noch weitere Komplikationen zeigen, klingen südlich und nördlich des Schachtes bald aus (s. Grundriß der 475 m-Sohle). Zwischen dem hangendsten Hauptsalzstreifen und dem in Bohrung Dehnsen IV

[1]) R. Lachmann schildert (Studien über den Bau von Salzmassen, Zeitschr. Kali 1910) schwimmende Nester von Carnallit, die mitten im Älteren Steinsalz liegen, unregelmäßig begrenzt sind und durch Rutschflächen mit einem Schmiermaterial aus Anhydrit und Salzton von ihrer Umgebung allseitig getrennt werden. Ein solches schwimmendes Nest ist (nach Lachmann) das Carnallit-Westfeld von Desdemona, das allerdings noch durch eine schwache und von einer Rutschfläche durchschnittene Nabelschnur mit dem Mutterlager verbunden wird. Wie aus meinen Zeichnungen hervorgeht, hat Lachmann die Position des Westfeldcarnallites falsch gedeutet, weil er Jüngeres Steinsalz nicht von Älterem unterschieden hat.

durchteuften Roten Salzton liegt nur Jüngeres Steinsalz, das in der Hauptsache der dritten Zone angehört. Einheitliche Salzton- und Anhydritbedeckung stellt sich aber über dem Kalilager verschiedentlich wieder ein, vor allem nördlich, jenseits der großen schleifenförmigen Auslenkung ins Liegende, also jenseits der Querstörung, die in der Nähe des Zwischenschachtes liegt. Außerdem finden wir Hauptanhydrit über dem Kalilager auf der 380 m-Sohle am Schacht (Profil 2—2) und, vielleicht im Zusammenhang damit, weiter südlich auf der 425 m-Sohle (s. Profil 4—4) und schließlich auf der 475 m-Sohle innerhalb des Störungsgebietes über dem liegendsten Hauptsalzstreifen. An allen diesen Punkten wiederholt sich die schon am Abbaulager von Hohenzollern demonstrierte Erscheinung, daß gleichzeitig mit der Ausquetschung des Hauptanhydrits (einschließlich des Grauen Salztons und der liegenden Partien des Jüngeren Steinsalzes) eine Verschiebung des Hauptsalzlagers in das Hangende stattfindet. Vor dem Anhydrit pflegt das Hauptsalz einen Sattel zu bilden und sich zu stauen. Es liegt jedesmal die Aufsattelung einer neuen Falte vor, die den Hauptanhydrit an schwachen Stellen durchbrochen hat. Diese Stellen fallen natürlich häufig mit Querbrüchen zusammen.

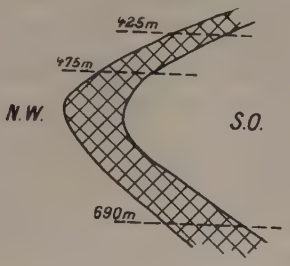
b) Querstörungen.

Sowohl die nördliche Auslenkungsstelle wie die südliche Störung auf der 475 m-Sohle liegen ziemlich genau über den Querstörungszonen der 690 m-Sohle, in denen die Salzmassen aus ihrem hercynischen Generalstreichen in ungefähre Südwest-Nordostrichtung übergehen[1]). An der nördlichen liegt, wie aus den Grundrissen ersichtlich, eine Verschiebung der südlichen Scholle nach Westen vor. Diese Auslenkung steigt zwischen der 475 und 425 m-Sohle flach mit nur 20° von NW nach SO an. Wollen wir an der Identität dieser Verschiebung mit der nördlichen Querstörung auf der 690 m-

[1]) Diese Querstörungszonen sind auf dem Grundriß der 690 m-Sohle mit Querschraffur bedeckt.

Sohle festhalten, so muß sie unterhalb der 475 m-Sohle nach SO wieder umbiegen, wie das das streichende Profil (Fig. 3) angibt. Eine Bestätigung dafür könnte man aus der vom Zwischenschacht durchteuften Schichtenfolge herauslesen. Da aber auch eine genaue Darstellung dieser recht verwickelten Verhältnisse den sicheren Beweis nicht bringt, soll von einer solchen abgesehen werden.

Figur 3.



1 : 10000.

Auf der 690 m-Sohle sind in der nördlichen Querstörungszone die Auswalzungserscheinungen außerordentlich stark. In der südlichen Zone ist ihre Intensität vielleicht noch größer. Im »Hangenden Querschlag« ist z. B. ein Klotz eines Anhydritmittels in Älteres Steinsalz eingepreßt. Alle Schichten sind in den Querstörungszonen weitgehend ausgequetscht; an der Grenze zwischen Älterem und Jüngerem Steinsalz fehlt das Kalilager gelegentlich sogar vollständig; doch bildet andererseits das Hauptsalz gelegentlich auch größere Anschwellungen. Häufiger als sonst sind die Kalistreifen zu beiden Seiten von gleichalterigem Steinsalz umgeben, bilden also spitze Sättel und Mulden. Diese sind in anderer Richtung noch einmal gefaltet. Es wiederholt sich die auf Frischglück gemachte Beobachtung, daß die Querverschiebungen erst nach Beginn der streichenden Faltung eingesetzt haben. Doch hat diese streichende Faltung noch fortgedauert; denn die Querstörungen können die Grenze zwischen zwei verschieden gebauten Gebieten bilden. Wenn man die Kalistreifen, die dem Jüngeren

Steinsalz anscheinend konkordant eingefügt sind, zuerst sieht, drängt sich die Frage auf, ob nicht der jüngere Kalisalzhorizont vorliegt. Diese Frage muß verneint werden, da die fraglichen Bänke nur aus Hartsalz oder Hauptsalz bestehen[1]) und sich nur in den am stärksten gefalteten und ausgewalzten Gebieten finden.

Neben den Faltungen und Auswalzungen, bei denen zwar auch Verschiebungen der Schichten aneinander erfolgt sind, haben richtige Zerreißungen stattgefunden. Eine große Störung ist an der nördlichen Seite des Westfeldes aufgeschlossen. Die Grenze zwischen dem Hauptsalz der Staumasse und dem geringmächtigen Steinsalz, das rote Salztonschnüre und dünne Hauptsalzstreifen enthält und nördlich an Hauptanhydrit stößt, bildet ein großer Harnisch, an dem das Gestein beim Schießen ausgezeichnet abplatzt. Die im großen gewölbte Grenzfläche ist in viele flache und mäßig scharfkantige Furchen zerlegt, die an Wellenfurchen erinnern. Sie sind parallel gekritzt und verlaufen mit etwa 10^0 geneigt aufwärts von SW nach NO.

Sämtliche Faltenzüge, die ausgehend vom großen Profil 2—2 beschrieben wurden, fließen in den Querstörungszonen auf der 690 m-Sohle ineinander über. Es ist daher nicht möglich, die Züge zu beiden Seiten zu identifizieren. Auch lassen sich auf der tiefen Sohle keine sicheren Angaben über den Auslenkungsbetrag machen. Auf der 475 m-Sohle mißt er 120 m.

c) Das Gebiet nördlich der nördlichen Querstörung.

Nördlich der nördlichen Störungszone ist auf der 690 m-Sohle nur ein Zug von Falten verfolgt worden, das sogenannte »Nordfeld« (s. Grundriß), dessen Bau durch die Profile 5—9 erläutert wird. Die Kalimassen des Nordfeldes, in denen das Hartsalz eine hervorragende Rolle spielt, bilden nicht ein einziges mächtiges Lager, wie man nach dem ersten Anblick des Grundrisses annehmen könnte; sie werden vielmehr aus mehreren, eng übereinander gelegten, vielleicht auch mal überfalteten

[1]) Das Jüngere Lager ist bisher nur auf Hohenzollern nachgewiesen; es besteht dort ausschließlich aus Sylvinit.

Schlingen aufgebaut, die in ihrer Gesamtheit eine Mulde bilden. Den Beweis für diese Annahme erbringen die eingefügten dünnen Bänke von Jüngerem Steinsalz, die vielfach Schnüre oder Brocken von Rotem Salzton enthalten. Außerdem weist der schlingenförmige Verlauf der Jahresringe in diesen Steinsalzbänkchen auf solche engen Falten hin (s. Abbildg. d auf Tafel I und Phot. 24 auf Tafel XII). Allgemein ist noch zu bemerken, daß sich die gegenseitige Verschiebung der Salzmassen, die bei Gelegenheit der Faltung und Auswalzung erfolgte, in dem Abplatzen der Salzmassen an dickeren Streifen von Rotem Salzton hier besonders bemerkbar macht. Posthume Sylvinabsätze sind in den Hartsalzbezirken des Nordfeldes stellenweise sehr bedeutend. Der Sylvin in Figur d auf Tafel I, in dem Fetzen von Rotem Salzton auftreten, kann natürlich keine Kluftausfüllung sein. Er ist entweder durch Umsetzung oder durch Verdrängung gebildet.

Auf den oberen Sohlen (vor allem in den »Nordöstlichen Querschlägen« auf der 475 m- und 458 m-Sohle) sind nördlich und nordöstlich des Zwischenschachtes fünf meist breite Sättel von Älterem Steinsalz aufgeschlossen (s. Anl. 4), zwischen denen die Mulden mit den jüngeren Schichten meist stark verquetscht sind [1]). Nach Südosten zu ist nur der westlichste Hauptsalzstreifen (östlicher Faltungszug) genauer verfolgt worden, nach Nordwesten scheinen von den fünf Falten nur zwei weit fortzusetzen. Wie diese Verhältnisse der oberen Grubenbaue mit den der tiefen (»des Nordfeldes«) in Beziehung stehen, läßt sich mangels klarer Aufschlüsse (der Zwischenschacht steht ja in der Querstörungszone) nicht sicher entscheiden. Es ist möglich, daß eine der oben so stark ausgequetschten Mulden sich nach der Tiefe zu erweitert und die Falten des Nordfeldes einschließt.

---

[1]) Auf der 458 m-Sohle liegt in der hangendsten, besser entwickelten Mulde ein Vorkommen von Baeumlerit und Tachhydrit in Jüngerem Steinsalz.

d) Zusammenfassung.

Die Desdemonaer Salzmassen sind nicht so gleichförmig gebaut wie, alles in allem, die der Nachbarwerke. Den Grund dafür haben wir wohl in den Querstörungen zu suchen, die zunächst die ungefähr ostwestliche Auslenkung aller Falten in den zwei breiten Zonen bewirkten. Auf diese Weise kommen »stehende Falten« zustande. Eine weitere indirekte Folge der Querstörungen ist, daß die drei Faltenzüge in dem Gebiet zwischen den beiden Querstörungen so abweichend voneinander gebaut sind. Die Erhaltung einer so flach gelagerten Hauptanhydritmasse (s. Profil 2—2, Anlage 5) läßt sich nur dort denken, wo die Druckkräfte, die sonst zu paralleler Faltung führten, nicht einheitlich und gleichförmig gewirkt haben, wo eben durch Querbrüche Ausweichungsmöglichkeiten geschaffen waren. In diesem Anhydritklotz haben wir dann, wie oben schon bemerkt, die Ursache der übrigen eigenartigen Faltungserscheinungen zu erblicken. Auch die Anstauung der Hauptsalzmassen, vor allem im Südwestfeld und im Westfeld, steht mit dem Hauptanhydrit in engem Zusammenhang. Sie hat auf Frischglück ein Analogon in dem Tiefen Lager. Das Hauptsalz der Anstauungen entstammt dem westlich liegenden, jetzt kaliarmen Salzgebirge. Zunächst wurde aus ihm das Hauptsalz ausgequetscht und vor dem Hauptanhydrit angestaut; dann wurde es selber von intensiver Faltung ergriffen. (Eine in die Augen fallende Folge der ungleichförmigen Beanspruchung sind auch die auf den Streckenstößen so häufig zu beobachtenden Faltungen, die wir auf den Nachbarwerken nur im Gebiet der Querstörungen treffen. Ferner sind posthume Salze reichlicher. Sehr häufig finden sich im Hauptsalzlager langgestreckte Linsen von weißem und rötlichem Carnallit, die parallel den Grenzen des Lagers angeordnet sind.) Erst weit oberhalb der Anhydritmulde erinnert der wenigstens stellenweise recht regelmäßige Bau des hangendsten Sattelflügels (und auch die großen breiten Sättel in dem »Nordöstlichen Querschlag« der 475 m-Sohle) an die Verhältnisse der Nachbarwerke. Gemeinsam mit Frischglück (das ja auf demselben Leinetalsattelflügel liegt) hat Desdemona

dann noch den Mächtigkeitsschwund sämtlicher Schichten nach Westen (s. Anlage 6). In diesen Gebieten intensiver Faltung und Auswalzung ist der Hauptanhydrit auch hier nicht beobachtet.

4. Zusammenfassung des Baues des Salzgebirges.

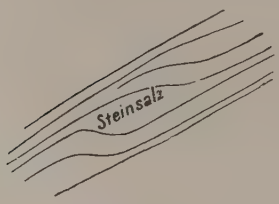
Die wesentlichsten Züge in dem Bau der Salzmassen werden zusammengestellt: Der Obere Zechstein vom Älteren Steinsalz aufwärts bis zum Jüngsten Salz (liegendere oder hangendere Schichten sind innerhalb der Salzmassen nicht beobachtet) ist in mehr oder weniger parallele Falten gelegt. Der ursächliche Druck wirkte in der Richtung der Schichten, aber etwas seitlich, nämlich auf dem Ostflügel der Leinetalantiklinale steil aufwärts von NO nach SW und auf dem Westflügel von NW nach SO. Die Falten arten manchmal in Überschiebungen aus. Wo Hartsalz direkt unter Grauem Salzton und Hauptanhydrit liegt, ist Hauptsalz unterschoben. Bei der Ausbildung der Falten herrschen folgende Gesetzmäßigkeiten, die z. T. schon bei Beschreibung des Hauptprofils von Hohenzollern aufgezählt sind: Am mächtigsten und zugleich am regelmäßigsten ausgebildet ist der hangendste Sattelflügel. In den übrigen Falten, die im Streichen häufig durcheinander drängen, ist die Mächtigkeit erheblich reduziert; außerdem tritt jedesmal der hangende Flügel der Mulden an Mächtigkeit gegen den liegenden zurück. (Besonders bemerkbar macht sich das in dem Stärkeverhältnis der beiden Schnüre des Roten Salztons.) Im Extrem fallen die beiden Schenkel zusammen. Maßgebend für die Ausgestaltung der Faltenform sind die Anhydritvorkommen. Das Kalilager ist nur dort gleichförmig und regelmäßig, wo Salzton- und Anhydritbedeckung vorhanden ist. Fehlen diese Schichten als zusammenhängende Massen, so wechseln im Hauptsalzlager Anschwellungen und Verdrückungen. Angestaut ist das Hauptsalz vor Anhydritschollen.

Für die Auswalzung gelten noch folgende Regeln: a) Die festen Bänke der Jüngeren Salzfolge, Grauer Salzton, Hauptanhydrit, Anhydritmittel und manchmal auch Roter Salzton sind

zu zusammenhangslosen Klötzen und Linsen zerrissen. Nicht selten liegen Brocken von Hauptanhydrit und Grauem Salzton als »Findlinge« mitten im Hauptsalz oder im Steinsalz; die Jahresringe des Steinsalzes weichen um diese aus. Gleitschrammen sind vor allem im Roten Salzton und dort, wo Hauptanhydrit und Grauer Salzton ausgequetscht sind, häufig. b) Die erste und zweite Zone des Jüngeren Steinsalzes pflegt an das Vorkommen von Hauptanhydrit gebunden zu sein, mag dieser auch nur in Resten auftreten. Ebenfalls fehlen diese Steinsalzhorizonte, wenn der Hauptanhydrit durch Überschiebung verdoppelt wird. c) Nur ganz ausnahmsweise verschwinden bei der Auswalzung das Hauptsalz und der Rote Salzton vollständig. d) Das Steinsalz, vor allem aber das Ältere, sowie manchmal die Anhydrite erleiden Strukturveränderungen, auf die im stratigraphischen Teil bei Beschreibung der einzelnen Horizonte eingegangen wird.

Die Verschiebungen im Salz erfolgen besonders an der Grenze von Schichten mit verschiedener Plastizität, so zwischen Hartsalz und Hauptsalz (als Unterschiebung), zwischen Anhydrit und Steinsalz und zwischen Steinsalz und Rotem Salzton. An den Verschiebungsstellen sind häufig Gleitschrammen zu beobachten. Aber auch innerhalb eines Salzgesteines erfolgen die Verschiebungen nicht immer gleichförmig, wie z. B. die Figuren 4 und 5 zeigen.

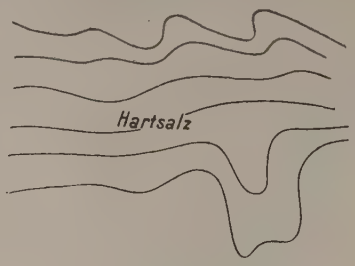
Figur 4.



Etwa 1 : 25.

Frischglück, Haspelkammer des Aufbrechers V.

Figur 5.



1 : 15.

(nach einer Photographie).

Desdemona, 475 m-Sohle, Süden.

Die Relativbewegung ist eins der wichtigsten Momente im Aufsteigen des Salzgebirges. Sie bewirkt, daß normal lagernde Schichten unmittelbar neben gefalteten liegen können, und daß auf ein dezimiertes Profil ein regelmäßiges folgen kann. Eine besondere Rolle nimmt das Hauptsalz ein. Die so außerordentlichen und schnell eintretenden Schwankungen in der Mächtigkeit, die aber fast nie zu einer vollständigen Zerreißung führen, sowie die Anstauung vor Hauptanhydritmassen deuten darauf hin, daß das Trümmerhauptsalz, also die Vergesellschaftung von Steinsalzbrocken mit einem krystallinischen Gemenge von Carnallit, Kieserit und Steinsalz, unter Druck besonders leicht zu verschieben ist, und daß es bei der Wanderung des Salzgebirges höhere Relativgeschwindigkeiten erreichen kann als die umgebenden Schichten.

Die Falten des Salzgebirges folgen meist in breiten Abständen, manchmal liegen sie aber auch eng und zahlreich übereinander, wie vor allem in den Faltungszonen von Frischglück.

Die Falten von Hohenzollern, das auf dem östlichen Flügel des Leinetalsattels liegt, sind auf das südwestliche Gebiet, auf einen Streifen in der Nachbarschaft der Antiklinale, beschränkt. Nur die Schichten des hangendsten Sattelflügels setzen gleichförmig nach NO in die Tiefe, bilden dabei allerdings noch kleine neue Faltenansätze. Auf Frischglück und Desdemona, die beide dem anderen Flügel des Leinetalsattels angehören, verhalten sich die Falten etwas anders. Zwar sind auch hier die großen, gleichförmigen Falten in den östlichen Partien des Salzgebirges, im Bereich der engeren Antiklinale, ausgebildet. Der hangendste Sattelflügel ist aber nur in den oberen Regionen (bis etwa 750 m auf Frischglück und bis etwa 650 m auf Desdemona) relativ normal ausgebildet. Dann schneidet der Hauptanhydrit und der Graue Salzton ab, und unterhalb tritt uns wieder, und zwar in verstärktem Maße, Faltung verbunden mit Anstauung und Auswalzung entgegen. Diese Er-

scheinungen stehen im Zusammenhang mit der keilförmigen Abnahme der Salzmassen.

Querstörungen sind auf Frischglück und noch bedeutender auf Desdemona aufgeschlossen. Da diese Verschiebungen das Salz nicht allseitig gleichmäßig beanspruchen, können sie zu richtigen Zerreißungen führen. Wenn an den Querstörungen die Schollen gegeneinander verschoben werden, bilden sich »stehende Falten«. Diese können außerdem noch bei der Aufsattelung neuer Falten zustande kommen, mit der ja eine Verschiebung ins Hangende verbunden ist.

Angaben über das Maß der Faltung lassen sich am besten auf Hohenzollern im Hauptprofil (1—1) (Anlage 1) machen, weil hier leicht zu verfolgende Falten im Querschnitt ausgedehnt aufgeschlossen sind. Die Teile des Kalilagers zwischen den einzelnen Aufschlüssen ergeben aneinandergesetzt eine Länge von 2700 m; die horizontale Entfernung des liegendsten von dem hangendsten Kalistreifen beträgt 300 m; die gesamte Faltenlänge verhält sich zum Raum, auf dem die Falten liegen, wie 1:9. Dieses Verhältnis ist aber in Wirklichkeit ein viel bedeutenderes, da die zur Vervollständigung und Verbindung der Falten erforderlichen Stücke des Kalilagers nicht berücksichtigt sind. Doch lassen sich weitere Angaben kaum machen, schon deshalb nicht, weil die Faltenköpfe durch Ablaugung entfernt sind. Wohl noch höhere Werte werden für die Nachbarwerke zutreffen. Bei diesen Werten muß aber berücksichtigt werden, daß die Schichten in den Falten fast immer nur einen Bruchteil ihrer ursprünglichen Mächtigkeit besitzen, was schon aus dem sporadischen Auftreten der spröden Horizonte hervorgeht. Man kann daher nicht von einem Zusammenschub auf den so und so großen Bruchteil des ursprünglichen Raumes sprechen[1]), also die jetzt vorliegende Länge der Falten mit der ursprünglichen Ausdehnung identifizieren.

[1]) s. H. Stille, Überfaltungen im hannoverschen Salzgebirge, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1911.

C. Zusammenfassung der Tektonik. — Der Vorgang des Salzaufsteigens.

Kurz zusammengefaßt ist das Ergebnis der tektonischen Untersuchungen folgendes:

Im Südgebiet des Mittleren Leinetales, in dem die Grube Hohenzollern baut, liegt in den triassischen Schichten ein Sattel vor, dessen östlicher Flügel über den westlichen überschoben ist, oder, was in der Wirkung auf dasselbe hinauskommt, dessen westlicher Flügel widersinnig abgesunken ist. Unter dem Buntsandstein des höher liegenden Ostflügels ist Salzgebirge aufgeschlossen, das im Bereich der Antiklinale in drei große parallele Falten gelegt ist. Der hangendste Sattelflügel leitet konkordant zum Deckgebirge über und setzt allein relativ gleichförmig in die Tiefe. In der nördlichen Gebietshälfte liegt in den triassischen Gesteinen ebenfalls ein Sattel vor, der aber komplizierter gebaut ist. Drei große Bewegungen dürften hier zu unterscheiden sein, nämlich 1) eine Überschiebung des Ostflügels der Antiklinale über den Westflügel, 2) eine Überschiebung, die auf den Westflügel beschränkt ist und diesen in zwei Schuppen zerlegt, 3) eine geringe Versenkung des Ostflügels, durch welche die erste Überschiebung zum Teil wieder ausgeglichen wurde. Die höchste Höhenlage nimmt die überschobene Schuppe des Westflügels ein. Zu ihr gehört als liegendstes Glied Salzgebirge, dessen Basis an der flach nach SW einfallenden Überschiebung abschneidet, und das sich entsprechend seiner Begrenzung nach SW zu stark verjüngt.

Das Salzgebirge ist auch hier in eine Anzahl paralleler Falten gelegt; der hangendste Sattelflügel ist, wenn auch nur bis zu einer Teufe von rund 700 m ebenfalls am besten entwickelt und leitet konkordant zum hangenden Buntsandstein über.

Die Querbrüche beeinflussen den Bau der triassischen Schichten nur wenig, wenn sie auch als Quertäler gut in die

Erscheinung treten. Dagegen steht die Form der Falten im Salz in strenger Abhängigkeit von ihnen; sie besitzen eine hohe technische Bedeutung deshalb, weil sie neben Ablenkungen noch Anstauungen und Ausquetschungen des carnallitischen Kalilagers bedingen.

Die Ablaugung des Salzkopfes und das Nachsinken des Deckgebirges, das zu einem Schollenmosaik zertrümmert wird, sind sekundäre Erscheinungen.

Der Gegensatz in der Tektonik des Salzgebirges einerseits, der Deckschichten (und der Unterlage) anderseits wird durch die Plasticität[1]) des Salzes bedingt. Sie gibt ihm die Fähigkeit, zwischen den einschließenden Schichten für sich und in sich bewegt zu werden. Das plastische Salz erleidet Formänderungen leichter und in anderer Gestalt als das Deckgebirge. Ob wir den Druck, der die Salzmassen plastisch machte, bei der Gebirgsbewegung oder in der Schwerkraft der auflastenden Massen zu suchen haben, läßt sich hier nicht entscheiden. Zwar ist auf dem Westflügel die Faltungsintensität in den Salzmassen und ebenfalls die Mächtigkeit der Deckgebirgsschichten weit höher als auf dem Ostflügel. Aber ebensogut kann man die stärkere Faltung auf dem Westflügel auf den komplizierteren Bau, der sich in der Schuppenüberschiebung ausdrückt, zurückführen.

Die Salzmassen sind im Bereich der Antiklinale angehäuft. Auf Hohenzollern prägt sich das in der Aufeinanderlegung von Falten aus, auf Frischglück und Desdemona tritt es außerdem noch in der Mächtigkeitszunahme hervor. Diese strichweise Anhäufung ist die Wirkung eines einseitigen Druckes, richtiger einer Druckdifferenz, die die Salzmassen von den Flächen höchster Beanspruchung nach den Stellen des geringsten Widerstandes preßt. Das zunächst konkordant unter dem Deckgebirge liegende Salz wird bei einem gewissen Druck plastisch[2]) und

[1]) Zur Plasticität kommt als zweiter Faktor der Leichtbeweglichkeit des Salzes die Fähigkeit hinzu, umkrystallisieren zu können. Die Wirkungsbereiche beider Faktoren lassen sich aber heute noch nicht gegeneinander abgrenzen.

[2]) NB. Nicht immer in allen Teilen gleich plastisch.

setzt sich in der Richtung nach der Sattelspalte in Bewegung. Die Faltenbildung setzt aber erst dann ein, wenn sich die Wanderung an einem Punkte verlangsamt, sodaß für den weiteren Nachschub von Salz aus der Tiefe nicht genügend Raum frei wird. Sie kann natürlich gleichzeitig an mehreren, verschieden tief liegenden Punkten eintreten. Dabei bilden die spröden Schichten eine Überschiebung, die plastischen eine aufgewölbte Falte, deren Mittelschenkel bei der Zerrung stark schwindet. Nach der Aufwölbung eines hangenden Sattels steigen die liegenden Schichten auch noch weiter auf, wenn auch in verlangsamtem Tempo. Da sie aber von Salzzufuhr abgeschnitten sind, geht die Dehnung auf Kosten der Mächtigkeit vor sich. Nach dieser Annahme ist die liegendste Falte die älteste und die hangendste die jüngste. Aus der Tatsache, daß in dieser jüngsten Falte (direkt unter dem Buntsandstein) allgemein die normale Schichtenfolge gut gewahrt ist, muß man folgern, daß die Wanderung des gesamten Salzprofils zunächst so gut wie geschlossen vor sich geht, daß zunächst also die eigentliche Verschiebung in dem hangendsten und dem liegendsten Steinsalz, an oder nahe der Grenze gegen Oberen Zechsteinletten und Älteren Anhydrit stattfindet.

Die Verlangsamung des Salzflusses, die die Faltenlegung zur Folge hat, ist wohl dadurch bedingt, daß das Salz, das sich der Tagesoberfläche nähert, mit abnehmendem Druck langsam spröder wird. An einen körperlichen Widerstand (den man z. B. in der vorgelagerten Trias des Westflügels erblicken könnte), an dem sich die aufsteigenden Salzmassen gestaut und gefaltet hätten, ist bei der geradlinig-gestreckten Form der Falten schlecht zu denken.

Die ganze Faltengebung ist eine Wirkung des Staues.

Bei der Wanderung der Salzmassen nach der Antiklinale und bei der Anhäufung in Falten dort wird das Deckgebirge aufgebogen. Doch ist diese Aufbiegung zum Teil wieder durch nachträgliches Absinken nach Salzablaugung ausgeglichen.

Die Tatsache, daß das Tertiär über die Faltenköpfe des

Salzes transgredierte, wird, da wir nicht annehmen können, daß das Salz plastisch bis zur Tagesoberfläche aufstieg, entweder so zu erklären sein, daß der Transgression weitgehende Erosion und Abrasion vorausgingen, oder auch so, daß durch die nachdrückenden Salzmassen der oben spröde gewordene Salzpfropfen höher getrieben wurde.

Der Anstauung der Salzmassen im Gebiet der Sattelspalte muß an anderen Punkten, die von der Sattelspalte weiter entfernt sind und seinerzeit unter dem höchsten Druck gestanden haben, eine Auswalzung gegenüberstehen, die vielleicht zu einem völligen Auskeilen überleitet, so daß das Deckgebirge direkt auf der Unterlage ruht. Es kann möglich sein, daß solche ausgewalzten Partien in den südwestlichen Teilen von Frischglück und Desdemona vorliegen, wo der Hauptanhydrit anscheinend völlig ausgequetscht ist. Das keilförmige Abnehmen der Salzmassen mag aber auch durch die hier vorliegende Schuppenüberschiebung besonders verstärkt sein.

In unseren Salzmassen sind im Profil drei Teile zu unterscheiden, die prinzipiell verschieden gebaut sind (s. Abb. c auf Tafel I), nämlich 1. die großen, meist breiten Falten im Kern der Antiklinale, 2. angrenzend an das Deckgebirge der relativ normal gebaute hangendste Sattelflügel, dessen Regelmäßigkeit einen prägnanten Ausdruck in der Erhaltung der Hauptanhydritdecke hat, und 3. unterhalb der Stelle, wo der Hauptanhydrit auskeilt, zunächst eine bedeutende Anstauung von Kalisalzen und dann enge und kleine Falten, die stark ausgewalzt und kompliziert gebaut sind.

II. Teil.

Das Normalprofil des Oberen Zechsteins.

A. Die einzelnen Glieder des Normalprofiles.

Der Obere Zechstein baut sich im Mittleren Leinetal aus den unten aufgezählten Schichten auf. Die dort angegebenen Mächtigkeiten sind den günstigsten, ungestörtesten Aufschlüssen entnommen, sind also maximale Größen, die möglicherweise nach weiterer Kenntnis korrigiert werden müssen. Das gilt natürlich nur für die plastischen Schichten, den Roten Salzton eingeschlossen; die Werte für die spröden stehen jetzt fest.

Das Normalprofil lautet vom hangenden Buntsandstein an:

11. 20 m Oberer Zechsteinletten (zo_3),
10. 50— 60 » Jüngstes Steinsalz (Naj_2),
9. 1— 2,5 » Pegmatitanhydrit,
8. 20— 25 » Roter Salzton (Tj),
7. 145—170 » Jüngeres Steinsalz (Naj_1) gegliedert in
   γ) Dritte Zone (Zone der Anhydritmittel), 70—80 m ($Naj_{I\gamma}$),
   β) Zweite Zone, 25—30 m ($Naj_1\beta$),
   auf Hohenzollern an der hangenden Grenze ein Sylvinitbänkchen (Kj),
   α) Erste Zone, 50—60 m ($Naj_1\alpha$),
6. 20— 40 » Hauptanhydrit (A),
5. 4,5 » Grauer Salzton (Tä),
4. 0,4 » Steinsalzbesteg,
3. 4— 8 » Älteres Kalilager, z. T. als Hauptsalz (KäC), z. T. als Hartsalz (KäH),
2. bis 13 » Steinsalz der Übergangszone (auf den Zeichnungen im Na einbezogen),
1. über 70 » Älteres Steinsalz (Naä).

ca. 400 m Oberer Zechstein.

1. Älteres Steinsalz (Naä).

Die Unterlage des Älteren Steinsalzes ist in den Grubenbauen nicht aufgeschlossen. Allerdings wird in verschiedenen Tiefbohrungen[1]) zwischen dem die Kalisalze unterlagernden Steinsalz und dem das ganze Salzgebirge abschneidenden Buntsandstein blaugrauer oder dunkler, dichter Anhydrit, und einmal auch »grau gebänderter Anhydrit mit schwarzem Tonschiefer«, in einer saigeren Stärke zwischen 0,5 und 3,1 m angegeben. Doch ist das wahrscheinlich kein Anhydrit des Mittleren Zechsteins, was sich schon daraus ergibt, daß das überlagernde Steinsalz häufig gelb und rot gefärbt ist. Vielmehr dürfte es sich um eine Bildung von der Art des Mantelanhydrits HARBORTS[2]) handeln, und dafür spricht auch, daß an den noch vorhandenen Kernen des »Tiefen« Buntsandsteins, vor allem an den tonigen Gesteinen, ein Salzgehalt festgestellt wurde.

Die ursprüngliche Mächtigkeit des Älteren Steinsalzes ist dementsprechend auch nicht festzustellen; anzunehmen ist nur, daß sie 70 m, die auf Desdemona (690 m-Sohle, Liegender Querschlag) gemessen wurden, überschreitet.

Eine von der normalen nur wenig abweichende Struktur besitzt das Ältere Steinsalz vielfach noch in dem eben genannten Aufschluß von Desdemona. Es besteht aus abwechselnden Lagen von grobspätigem Salz und von Krystallsalz. In den Krystallsalzlagen ist das Steinsalz auf größere Erstreckung einheitlich orientiert, eine Spaltbarkeit liegt meist ungefähr in der Schicht. Daß aber auch dies relativ normale Salz schon (senkrecht zur Schicht) gepreßt wurde, das macht der zwischen 1 und 20 cm wechselnde Abstand der Jahresringe wahrscheinlich. Diese Jahresringe treten mit Vorliebe angrenzend an die Krystallsalzlagen auf, gehen gelegentlich aber auch durch große Individuen hindurch. Wo die Jahresringe über den Krystallsalzlagen liegen, könnte diese Erscheinung mit dadurch hervorgerufen sein, daß das Steinsalz

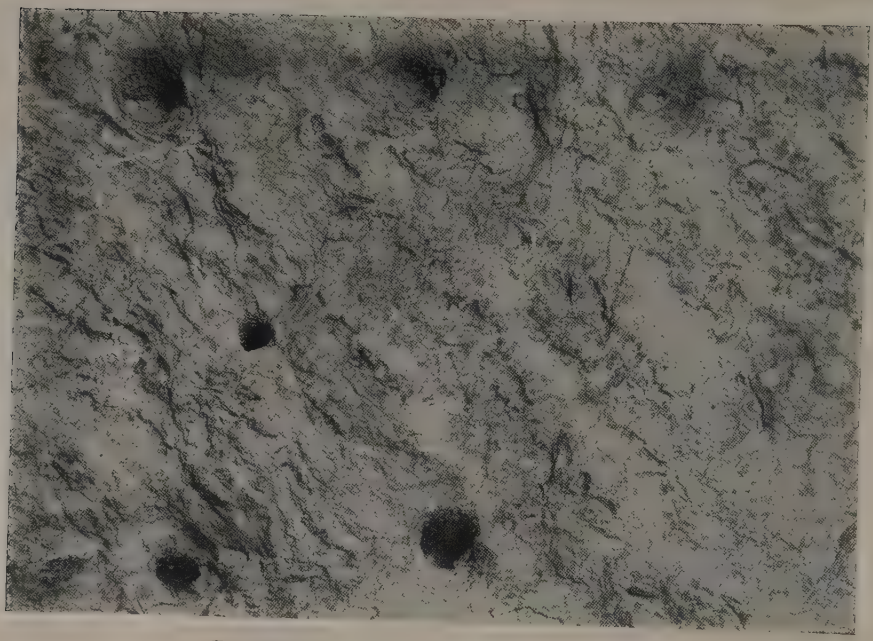
[1]) Vergl. Anhang.
[2]) Z. d. D. G. G. 1912.

im Wachsen die schwebend gebildeten und dann zu Boden fallenden Anhydritkryställchen nach oben schob (s. auch Seite 89). In den Jahresringen liegen die kleinen Anhydritkryställchen mehr oder weniger dicht; es kommen reine, feinzuckerkörnige Anhydritschnüre, wie auch Steinsalz-Anhydritverwachsungen vor. Allgemeingültiges über die Begrenzung der Schnüre ist nicht zu sagen; sie ist bald scharf und geradlinig, bald zackig und unscharf. Die Farbe wechselt von weiß über grau nach dunkelbraun; auch in ein und demselben Bänkchen sind gelegentlich übereinander verschieden gefärbte Schichten zu beobachten. Außer in den Jahresringen finden sich die Anhydritkryställchen noch zwischen und auch in den Steinsalzindividuen eingesprengt.

Bei Druckbeanspruchung [1]) zerreißen die Anhydritbänder zunächst zu Schuppen, die sich natürlich meistens angrenzend an Krystallsalz finden. Sie sind häufig gewölbt und gegeneinander verschoben, wie Figur 6 zeigt. Im weiteren Verlaufe der Auswalzung entstehen stellenweise gehäufte Flecken, die dem Älteren Steinsalz das recht charakteristische wolkig gebänderte Aussehen geben. Bemerkenswert ist, daß in diesem Steinsalz neben den überwiegenden Anhydritkryställchen bis 8 mm große Einsprenglinge vorkommen, die sich unter dem Mikroskop mit großer Wahrscheinlichkeit als Polyhalit zu erkennen geben; makroskopisch erinnern sie sehr an Gipszwillinge. Das Steinsalz nimmt bei Druckbeanspruchung, die senkrecht auf die Schicht erfolgt, eine »porphyrische« d. h. differentkörnige Struktur an; es liegen in einer Grundmasse von kleinen Individuen (1—1,5 cm) viele große mit Dimensionen bis zu 10 cm und mehr, die nicht selten milchig getrübt sind. Die Krystalle, große wie kleine, sind fast ausnahmslos in Richtung der Schicht gestreckt und zeigen elliptischen Querschnitt mit meist spitzen Enden. Das Verhältnis von größter Dicke zu Länge beträgt bei den kleinen Krystallen

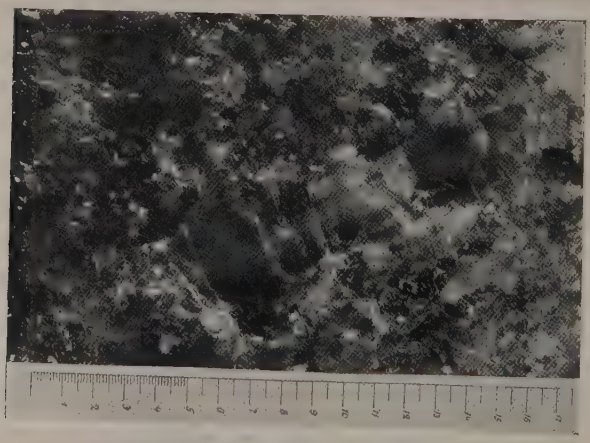
[1]) Diese Untersuchungen sind durch die Arbeit E. Seidls (Z. d. D. G. G. 1913) angeregt.

Figur 6.



Desdemona, 690 m-Sohle. (Etwa 1 : 22.)

Figur 7.



Hohenzollern, 680 m-Sohle.

der Grundmasse etwa 1:4, steigt aber bis 1:15. Außer dieser Streckung sind Krümmung und Knickung der Spaltebenen und Gleitflächen (die sich nicht immer streng an die Fläche (110) halten und dann etwas wie muschligen Bruch hervorrufen) Zeugen der Druckbeanspruchung. Die großen Krystalle, wie sie auf unseren Gruben vorkommen, sind aber nicht immer Neubildungen im Sinne SEIDL's[1]), sondern manchmal auch Reste ausgewalzter Krystallsalzlagen; das beweist die Erhaltung von Schichtungslagen, die durch Wechsel in der Menge der Einschlüsse bewirkt werden, aber keinerlei Einfluß auf die Einheitlichkeit des Krystalls haben (s. Fig. 7).

Die Farbe des gesamten bisher beschriebenen Älteren Salzes ist ein mäßig dunkles Grau, das z. T. durch die Anhydritbestandteile, z. T. durch Absorption des Lichtes in den großen Krystallen erzeugt wird.

Geht nun die Auswalzung des Steinsalzes noch weiter, wie vor allem direkt unter dem Kalilager (an Stellen, wo die Übergangszone fehlt), so werden die Anhydritflecken streng in der Schicht gerichtet, so daß sich wieder Ähnlichkeit mit ursprünglichen Jahresringen einstellt. Die Größe der einzelnen Anhydritkrystalle in diesem Salz ist relativ bedeutend (neben vorwiegenden würfelförmigen, aber zackig begrenzten Formen bis 10 mm lange Leisten, die in der Schicht liegen), sodaß sich der Gedanke von Neubildungen aufdrängt. Die großen Steinsalzaugen werden kleiner und verschwinden mehr und mehr; gleichzeitig weicht die bisherige brüchige Struktur einer zähen. Dieses feste Gefüge beruht z. T. auf dem Fehlen größerer Spaltflächen, z. T. wird sie eine Folge des Zusammenschweißens der kleinen Individuen sein. Dieses Steinsalz zeigt häufig eine schwache Differenzierung nach dicken helleren und dunkleren Bänken; im Kontakt mit dem Hauptsalzlager wird seine Farbe (wohl infolge nachträglicher Einwirkung) gelblich, auch rötlich. An Stellen schließlich, wo durch das Einpressen von

[1]) E. SEIDL, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1913.

Anhydritklötzen das ganze Ältere Steinsalz bis auf ein schmales, wenige Zentimeter starkes Band verschwunden ist, herrscht zwar auch noch eine porphyrische Struktur; aber die Individuen der Grundmasse sind nicht mehr gestreckt, sondern in einzelne Körner zerteilt, die nur noch 1—2 mm messen. Die größeren Einsprenglinge sind rundlich geformt, sie erreichen 10 mm Größe. Das Gefüge ist noch fester geworden. Im auffallenden Licht sieht das Salz gleichmäßig grau aus mit einem Stich ins gelbliche; im durchfallenden treten dagegen Anhydritflecken hervor, die zu Schnüren angeordnet und in engem Abstand folgen.

Der Übergang von wenig gepreßtem Salz zu stark beanspruchtem erfolgt auf unseren Gruben meist sehr schnell.

Bituminöser Geruch wurde nirgends im Älteren Steinsalz wahrgenommen.

2. Steinsalz der Übergangszone.

Das Steinsalz der Übergangszone ist aus Gründen der Tektonik nur unter den Hartsalzvorkommen in größerer Mächtigkeit erhalten geblieben. Trotzdem durch Ausquetschungen und Faltungswiederholungen die natürliche Aufeinanderfolge verschleiert wird, ist doch eine Gliederung versucht worden, nämlich:

Hangendes: Kalilager

Übergangszone
- γ) Steinsalz mit reichlichem Kieserit,
- β) reines Steinsalz,
- α) hell- und dunkelgebändertes Steinsalz.

Liegendes: Älteres Steinsalz.

(Auf den Zeichnungen ist die Übergangszone in das Ältere Steinsalz (Naä) einbezogen.)

α) Das mäßig feinspätige, aber ziemlich gleichkörnige Steinsalz des untersten Teiles (beste Aufschlüsse Frischglück, Süden, 675 m-, 669 m-, 663 m-Sohle) erhält ein charakteristisches Aussehen durch die Wechsellagerung von hellen und dunklen Steinsalzbänken, die eine Dicke von 3—5 cm aufwei-

sen. (Doch beweist die Streckung des Steinsalzes, daß keine ursprünglichen Verhältnisse vorliegen.) Die Färbung geht in Abstufungen vor sich; sie wird in der Hauptsache durch Flecken und dünne Schlieren von schwarzem Ton bewirkt. Der Gehalt an andern Einsprengungen ist in den verschieden gefärbten Bänken ungefähr gleich. Neben Anhydrit tritt Polyhalit in größerer Menge auf. Zusammenhängende Polyhalitschnüre kommen auf der 540 m-Sohle von Hohenzollern direkt unter der Schicht β vor. Der Polyhalit bildet dort bis 15 mm dicke Bänder, in denen größere Anhydritkrystalle liegen. Die Zone α erreicht eine Mächtigkeit von etwa 6 m.

β) Es folgt ein ziemlich grobspätiges Salz, das aber keine großen Steinsalzaugen zeigt. Es ist bald hellgrau, bald rauchgelb gefärbt und zeichnet sich durch große Reinheit aus. Nur undeutlich heben sich in Dezimeterabstand aus der Umgebung Steinsalzbänkchen von 1 cm Dicke ab, die durch geringen Gehalt von Anhydrit und auch Kieserit etwas dunkler gefärbt sind. Diese Schicht ist der ersten Zone des Jüngeren Steinsalzes recht ähnlich. Sie ist am besten auf der 540 m-Sohle von Hohenzollern aufgeschlossen und erreicht hier etwa 3 m Mächtigkeit.

γ) Im Hangenden lagern wechselnde gelblich, grau und weiß gefärbte Steinsalzschichten, die immer recht feinkörnig oder feinspätig sind. In diesen Schichten erscheint Kieserit, meist in größeren Körnern (bis 2 mm große Zwillinge), die nur sehr langsam ausblühen und sich entsprechend auch nur schwer in kochendem Wasser auflösen. Sie sind schichtweise zu Flecken gehäuft, die sich im Hangenden zu Lagen zusammenschließen. Diese Lagen nehmen an Zahl und Dicke zu, sodaß schließlich gleichstarke (bis 5 cm) Steinsalz- und Kieseritbänke wechseln. Die Kieseritschnüre enthalten aber immer Steinsalz in dichter Verwachsung; ebenfalls sind in den Steinsalzbänkchen Kieseritkörner eingesprengt. Außerdem wurden einzelne größere Anhydritleisten und Pyritwürfel beobachtet. Diese Kieseritzone ist unter dem Hartsalzlager auf Frischglück und

Hohenzollern fast immer, unter dem Hauptsalz nur lokal vorhanden; sie wird maximal 4 m mächtig.

Eine Identität der Schicht γ mit der Staßfurter Kieseritregion ist wahrscheinlich; die Schicht β läßt sich vielleicht mit der in Staßfurt zwischen Polyhalit- und Kieseritregion eingeschalteten reinen Steinsalzzone parallelisieren. Ob und wie weit Schicht α der Polyhalitregion oder der Anhydritregion entspricht, läßt sich nicht entscheiden.

Zur Vollständigkeit sei erwähnt, daß auf Desdemona recht verbreitet und lokal auf Hohenzollern zwischen dem Älteren Salz und dem Hauptsalzlager ein Steinsalz auftritt, das zwischen eng folgenden grauen und weißen Steinsalzbänken braune, ausnahmsweise auch schwarze Jahresringe führt, die in Dicke und sonstigem Habitus schwanken. In den Jahresringen liegen sehr kleine Anhydritkryställchen in einer Grundmasse von Steinsalz; das ist der Grund dafür, daß die Bänder nicht zerreißen, trotzdem sie an Punkten hoher Zerrung liegen. Es war bisher nicht festzustellen, wo dieses Salz im Normalprofil einzugliedern ist.

3. Älteres Kalilager.

Das Ältere Kalilager wird überwiegend von Trümmerhauptsalz gebildet, neben dem örtlich noch kleine Partien von bankigem Hauptsalz erscheinen. Außerdem kommt geschichtetes Hartsalz vor, das mit der Kieseritregion durch den Langbeinitfuß verknüpft ist, das aber auch mehrfach in seiner ganzen Mächtigkeit durch Langbeinit-Steinsalz vertreten wird. Im Nordfelde der 540 m-Sohle von Hohenzollern ist noch ein kleines Hartsalzvorkommen aufgeschlossen, das den Kieserit fein verteilt zwischen buntem Steinsalz-Sylvin führt, und das keinerlei Schichtung zeigt.

Hauptsalz ($Kä_C$).

Auf Resten der Übergangszone oder direkt auf dem Älteren Steinsalz ruht leicht eingezahnt das Trümmerhauptsalz. Die grauen Steinsalzknollen, die im Liegenden reichlicher als im Hangenden eingestreut sind, besitzen sehr wechselnde, selten

5 cm überschreitende Größe; nur sporadisch kommen größere Knollen bis zu 10 cm Durchmesser vor. Beim Auswittern treten glänzend-glatte, gerundete, manchmal gleichsam korrodierte Oberflächen der Knollen hervor.

Der Kieserit ist in Körnern und feinen Flocken verteilt, die in den verschiedenen Horizonten wechselnd verteilt beim Ausblühen eine gewisse Schichtung zum Ausdruck bringen. Nach dem Hangenden zu wird der Kieseritgehalt höher; es treten auch größere unregelmäßig geformte Kieseriteinlagerungen auf, die wohl zerrissene Bänder sein könnten. Sie leiten hier und da zu einem immer nur auf kleine Bezirke am Hangenden beschränkten und geringmächtigen, richtig bankigen Hauptsalz über. In diesem überwiegt der Gehalt an Kieserit; in dicken, feinkörnigen Lagen wechselt er mit Carnallititbänken und tritt, unregelmäßig verteilt, auch noch in diesen auf.

Die Frage, ob das gesamte Trümmerhauptsalz eine Breccienbildung eines ursprünglich bankigen Lagers ist, läßt sich auf unseren Gruben nicht entscheiden.

Die Farbe des Hauptsalzes ist grauweiß oder hellrosa. Sie geht unter Salztonbedeckung allmählich oder auch mit scharfer Grenze in tiefrot über. Geringe Absätze schwarzen Carnallites sind ganz im Hangenden auf Frischglück beobachtet. An Punkten tektonischer Verschiebungen ist die normale Aufeinanderfolge der Farbenstufen nicht gewahrt.

Im Hauptsalzkonglomerat sind derbe, weiße, manchmal auch grau oder grün gefärbte Boracitknollen nicht selten.

Die normale Mächtigkeit des Hauptsalzlagers beträgt 4 bis 8 m. Infolge von Auswalzung und Auspressung geht die Stärke häufig auf ein Minimum zurück, um dafür anderorts gewaltige Anschwellungen von 20, 50 und mehr Metern zu bilden.

Hartsalz ($Kä_H$).

Das Hartsalz beginnt auf Frischglück mit dem bis 2 m mächtigen Langbeinitfuß (KäL), d. h. einem feinspätigen Steinsalz, das grünlich, geblich, seltener dunkelgrün gefärbten Langbeinit enthält, und zwar bald in stenglig zerfallenden Aggre-

gaten, bald in dünnen Bänkchen. Ob dieser Langbeinitfuß auch auf Hohenzollern vorhanden ist, wird durch nachträgliche Umbildungen verdeckt, auf die weiter unten eingegangen wird (S. 102 ff.).

Die Komponenten des Hartsalzes sind in der Hauptsache Steinsalz, Sylvin, Kieserit und daneben noch Anhydrit. Eine scharfe Differenzierung nach reinen Kieseritschnüren, kieseritfreien Steinsalz-Sylvinlagen und einzelnen reinen Steinsalzbänken wird nicht immer innegehalten.

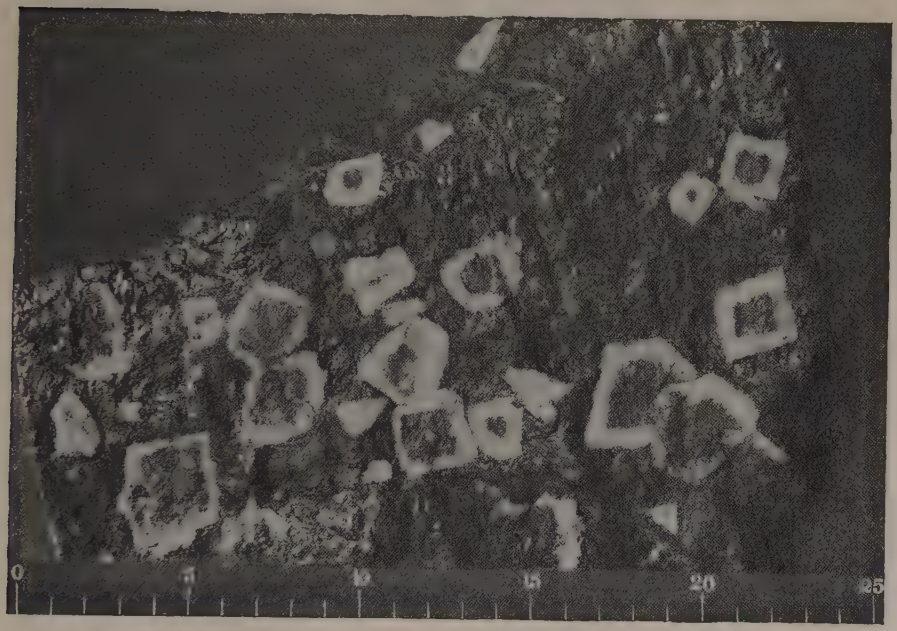
Der Kieserit ist feinkörnig-dicht oder, wie auch in der Kieseritregion, grobkörnig. In dieser Form ist er farblos oder weiß, sonst auch grau. Die Liegend- und Hangendgrenze der grobkörnigen Kieseritschnüre ist nicht scharf. In die Sylvin-Steinsalzlagen sind noch Kieseritkörner eingesprengt, die aber mit zunehmendem Abstand von den Kieseritschnüren spärlicher werden.

Die Druckbeanspruchung äußert sich in den Kieseritbändern des Hartsalzes bald in Verschlingung, bald in scharfkantiger Zerstückelung.

Der grobkörnige Kieserit kommt außer in Lagen und in einzelnen Körnern noch in auffälligen Aggregaten vor, die manchmal (Frischglück, Nordfeld) von mehr oder weniger ebenen Flächen und gerundeten Kanten begrenzt werden (s. Phot. 3 auf Tafel II und Figur 8). Die Hauptflächen stehen senkrecht oder annähernd senkrecht aufeinander, so daß würfelähnliche Formen zustande kommen, deren Ecken manchmal noch abgestumpft sind. Auf gelegentliche Zwillingsbildungen scheinen einspringende Winkel hinzuweisen. Die Kantenlänge mißt 1,5—5 cm. In dem Kieseritkörper kann man häufig in konzentrischer Anordnung größere Kieseritkörner beobachten (Fig. 9). In größeren Individuen (Fig. 8) bildet der Kieserit nur eine randliche Kruste, die einen Kern von Sylvin-Steinsalz einschließt, das dem benachbarten in Farbe und Struktur gleicht. Im Kieserit selber liegen manchmal Sylvineinsprengungen und voll ausgebildete Anhydritkrystalle, von diesen manchmal meh-

rere wirr durcheinander. Daneben kommen Anhydritkrystalle frei im Hartsalz vor. Die Brocken treten zu Zügen geschart auf, die einem hochprozentigen Hartsalz konkordant eingefügt sind. (Der in Photogr. 3 auf Tafel II wiedergegebene Stoß schneidet die Schicht so ungünstig, daß der Zusammenhang

Figur 8.



Frischglück, 663 m-Sohle.

Figur 9.

1 : 1.

nicht hervortritt.) Gelegentlich sieht man in der Fortsetzung von Zügen dieser Aggregate feinkörnige Kieseritschnüre weiter laufen, wie sie in den übrigen Teilen des Hartsalzes auftreten. In den Kieseritkörpern liegen Pseudomorphosen vor, als deren

Urmineral in erster Linie Anhydrit oder Boracit in Betracht kommen. Gegen Anhydrit spricht aber, wenn auch nicht entscheidend, daß in dem Kieserit gut begrenzte Anhydritleisten liegen. Boracitkrystalle sind in solcher Größe noch nicht bekannt geworden.

An den übrigen Punkten von Frischglück und auf Desdemona sind die Kieseritaggregate unregelmäßig gestaltet; ein Beispiel gibt Phot. 4 auf Tafel II. Die Genesis dieser Brocken ist nicht geklärt. Auf weitere Pseudomorphosen des Kieserits, nämlich nach Langbeinit, die auf Hohenzollern häufig, auf Frischglück spärlich vorkommen, wird weiter unten (Seite 103 ff.) eingegangen werden.

Verwachsungen von kleinen Anhydritkryställchen sind in manchen Steinsalz-Sylvinbänken häufig. Größere Einzelkrystalle wurden auf Hohenzollern in feinkörnigen Kieseritschnüren gefunden. Besonders reich an Anhydrit und arm an Steinsalz und Kieserit sind dann die hangendsten Bänke des Hartsalzes. Die Krystalle haben hier meist annähernd kubische Form, ihre Kantenlänge mißt 1—12 mm. Doch kommen gelegentlich auch gestreckte Krystalle, manchmal mit elliptischem Querschnitt vor, die in der Richtung der größten Achse bis 25 mm messen. Bemerkenswert ist, daß neben den großen einheitlichen Krystallen auch aus einzelnen radialstrahligen Fasern aufgebaute Aggregate vorkommen. Es ist dies das älteste Vorkommen einer Anhydritstruktur, die weiterhin eine hervorragende Rolle spielt (s. S. 89 ff.).

In dieser hangendsten Partie des Hartsalzes ist eine 1—2 cm starke schwarze Salztonlage eingefügt.

Boracit kommt sporadisch derb in Knollen und dünnen Lamellen vor. Auf Frischglück treten an Stelle der Knollen mehrfach bis 4 mm große hellgrasgrün oder olivegrün gefärbte Krystalle (Eisenboracit) auf, die vor allem in den grobkörnigen Kieseritschnüren liegen. Sie zeigen die scheinbar regulären Formen (100), (111); schwach ausgebildet ist daneben manchmal (110) und selten ($1\bar{1}1$).

Schwefelkies tritt derb und in Krystallen auch auf Frischglück in einigen Abbauen, vor allem in der liegenden Partie des Hartsalzes im Kieserit und in seiner Nachbarschaft auf. Die bis 5 mm messenden Krystalle weisen in der großen Mehrzahl die Form (111), seltener (100) oder (210) auf; manchmal sind (111) und (210); (111) und (100) oder endlich (111), (100) und (210) kombiniert.

Im südlichen Hartsalz von Frischglück tritt zwischen den beiden südlichen Querstörungen eine Vertaubung, oder wohl richtiger gesagt eine Verarmung ein, indem die Sylvineinsprengungen in den unteren Teilen des Hartsalzes auf geringe streichende Erstreckung spärlich werden.

Die Mächtigkeit des Oberen Hartsalzes beträgt 4—5, auch 8 m. Geringe bankige Hauptsalzabsätze stehen über dem Hartsalz auf Frischglück (625 m-Sohle) an.

Da das Hartsalz durch tektonische Flächen vom Hauptsalz getrennt wird, läßt sich eine Identität beider nicht unmittelbar nachweisen. An zwei Stellen konnte auf Hohenzollern allerdings beobachtet werden, daß am Rande der Hartsalzvorkommen die sylvinitische Umgebung der Kieseritschnüre in Carnallitit überging.

4. Steinsalzbesteg.

Gleichmäßig wird Hartsalz wie Hauptsalz von einer 40 cm starken Bank von mäßig grobspätigem Steinsalz, dem Steinsalzbesteg, überdeckt. Seine Farbe ist meist rot, auch gelblichgrau. In Form eines maschigen Gewebes oder in welligen, unregelmäßigen Schnüren ist dem Steinsalz Kieserit und Anhydrit eingefügt, neben denen noch dünne Tonfladen auftreten. Mehrfach wurde in der liegenden Partie eine schmale Lage von Anhydritnadeln und -plättchen beobachtet. Nach dem Hangenden stellt sich eine enge Wechsellagerung von Steinsalz und Kieserit ein. Die Grenze der Lagen gegeneinander ist nicht immer scharf; manchmal wird das Steinsalz ganz durch Kieserit verdrängt.

5. Grauer Salzton (Tä).

Der Graue Salzton ist in seiner Gesamtheit zurzeit nur auf der 625 m-Sohle von Frischglück der Beobachtung zugänglich, während einzelne Teile verschiedentlich aufgeschlossen sind. Sein 4,4 m mächtiges Profil lautet vom Liegenden zum Hangenden:

1) tonig-anhydritisch-kieseritische Stufe, 1,4 m.
   a) Liegende Zone, 30 cm stark.
      α) Unterer Teil, 8 cm: Undeutlich lagenförmige Verwachsung von mäßig grobspätigem grauen Anhydrit mit schwarzem Tonschiefer und Kieserit.
      β) Mittlerer Teil, 10 cm: Verwachsung von vorherrschendem Kieserit mit Anhydrit. Diese Verwachsung ist bald ophitisch — dann bildet der mäßig grobspätige Anhydrit das Gerüst, und die Zwischenräume sind von Kieserit erfüllt —, bald ist sie auch regellos körnig.
      γ) Oberer Teil, 12 cm: hellere und dunklere Lagen, die aus z. T. tonig verunreinigtem Kieserit bestehen, in dem Anhydritkryställchen auftreten.
   b) Hangende Zone, 1,1 m mächtig, aufgebaut aus 0,5 bis 2 cm starken, hornartig dichten Anhydritplatten, von denen die einen hellgrau gefärbt sind und mit anderen tonig verunreinigten wechsellagern. Diese (anderen) zeigen manchmal eine Differenzierung nach millimeterdünnen hellen und dunklen Streifen. Zwischen den Anhydritplatten liegen dünne Tonschichten. Der Tongehalt dieser Zone ist aber relativ unbedeutend. Zwei abweichende Bänke treten auf. Die erste liegt 10 cm über der Untergrenze und ist 5 cm stark. Sie besteht aus dunkelgrauem, hellblaugrauen oder gelbroten Anhydrit, der mäßig grobspätig ist und meist wirrstrahlig, selten auch radialstrahlig struiert ist. 15 cm über dieser liegt die zweite Bank, die 7—9 cm stark und gelblichgrau bis graurosa gefärbt ist. Sie besteht

aus feinkörnigem Material, das im frischen Bruch homogen aussieht, mit der Zeit aber weiß ausblüht. Wie zwei Analysen ergaben, nimmt in ihr Anhydrit von unten nach oben in zunehmender Menge Kieserit auf. Die von KLÜSS angefertigten Analysen lauten:

	I. Liegendes	II. Hangendes
CaO	40,88 %	32,76 %
MgO	0,30 »	6,01 »
Fe_2O_3	Spur	Spur
SO_3	58,54 »	59,23 »
H_2O	0,41 »	2,28 »

Umgerechnet ergeben sich

	I.	II.
Anhydrit	99,30 %	79,6 %
Kieserit	0,95 »	20,6 »

In dieser anhydritischen Stufe habe ich qualitativ Spuren von Kohlensäure nachgewiesen. Proben von Desdemona enthielten, wie F. BAEUMLER[1]) angibt, 43,29 v. H. Anhydrit, aber keinen Dolomit.

2) tonig-sandige Stufe, 1,8 m, bestehend aus dicken Bänken eines massigen sandigen Tones, der in der Hauptmasse weich ist und bei der Verwitterung schiefrig zerfällt. Nur die hangendsten 20 cm sind auffallend fest. Anhydritpseudomorphosen (s. u.) treten in den obersten 60 cm auf.

3) tonig-magnesitische Stufe, 1,2 m.

a) Liegende Zone, 40 cm, aufgebaut aus dunkelgrauen und braunen Tonbänken.

b) Hangende Zone, 80 cm, besteht aus dunkelgrauen, weichen, untergeordnet auch festen Bänken, in denen zahlreiche Anhydritpseudomorphosen eingelagert sind (s. Photogr. 5 auf Tafel III). Proben dieser sandig-magnesitischen Stufe brausen mit heißer konz. Salzsäure

[1]) F. BAEUMLER, Geognostische Meldearbeit zum Bergassessorexamen. Nicht publiziert.

heftig. F. BAEUMLER gibt von Desdemona auch eine Analyse dieser hangenden Zone an, nach der sie 56,4 v. H. Dolomit[1]) und Spuren von Anhydrit enthält. 10 cm unter der Obergrenze ist dem Salzton eine 3 cm dicke, schwarze, mulmige Schiefertonschicht eingefügt.

Eisensalze machen sich im gesamten Grauen Salzton, vor allem in der mittleren Stufe durch Bildung einer rostbraunen Verwitterungsrinde bemerkbar. Auf kleinen Klüften wurden Quarz und Anhydrit beobachtet. Fossilien sind bisher nicht gefunden.

Hier sei eine Beschreibung der oben erwähnten Anhydritpseudomorphosen eingefügt. Sie haben eine linsenähnliche Gestalt mit spitzparallelipedischem Querschnitt; der stumpfe Winkel mißt etwa 140° (s. Phot. 5 auf Tafel III). Die Linsen erreichen auf unseren Gruben beträchtliche Größe; ihr Durchmesser wechselt zwischen 1 und 20 cm, die Dicke mißt bis 5 cm. Manchmal liegen die Linsen mit ihrer Hauptebene konkordant im Schichtenverband, häufiger aber durchgreifend; so strahlen nicht selten von einem Punkte mehrere nach verschiedenen Richtungen aus; es entstehen sternförmige Gruppen. Die Linsen bestehen aus blaugrauem Anhydrit, der aber den Linsenraum gewöhnlich nicht ganz erfüllt (s. Abbildg. f auf Tafel I). Stets sind die Wände mit einer Anhydritkruste austapeziert; außerdem kann der Anhydrit Brücken und Pfeiler zwischen den beiden Linsenkalotten bilden. Die Hohlräume sind mit Krystallsalz oder Eisenglimmercarnallit erfüllt. Das Gefüge des Anhydrits ist ausnahmsweise feinkörnig; gewöhnlich besteht es aus leistenförmigen Krystallen, die entweder gedrängt radialstrahlig oder parallelfaserig angeordnet sind. Die radiale Gruppierung erzeugt büschelförmige oder kugelige, zackig begrenzte Aggregate, die sich an ihrer vollständigen Ausbildung gegenseitig mehr oder weniger behindert haben. Die parallelfaserigen Partien spalten in einer Richtung einheit-

[1]) Der Dolomit ist wohl aus der gefundenen Kohlensäure berechnet. Es bleibt also dahingestellt, ob Dolomit oder Magnesit vorliegt.

lich und zeigen Seidenglanz. Bemerkenswert ist noch, daß die Linsen mit Vorliebe in parallele Scheiben zerfallen.

Die Krystallsalz- und Carnallitfüllungen sind ohne Zweifel nachträglicher Entstehung. Ebenso sicher ist, daß die Anhydritskelette der Linsen keine ursprünglichen Bildungen sein können, die gleichzeitig mit dem Salzton-Niederschlag auskrystallisierten. Nach einer Annahme E. ZIMMERMANNs für anscheinend gleichartige, allerdings höchstens 3 cm große Bildungen im Grauen Salzton von Schönebeck[1]) liegen wohl Pseudomorphosen nach Gips vor, und zwar dann nach der bekannten gerundeten Form (111), (103), die ja einer Linse recht ähnlich ist. Diese Annahme ist darum so wahrscheinlich, weil damit die (mit posthumen Salzen erfüllten) Hohlräume durch die Volumenschrumpfung, sowie der Scheibenzerfall der Pseudomorphosen nach der ehemaligen Haupt (?)-spaltbarkeit erklärt werden. Auch die gruppenförmige Verwachsung ist ja gerade für die linsenförmigen Gipskrystalle so gewöhnlich.

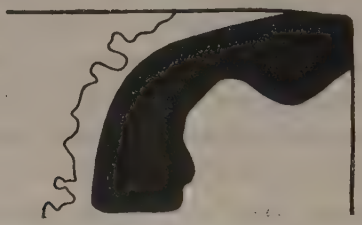
Das Urmineral Gips krystallisierte konkretionär aus den noch nicht verfestigten Tonen aus (wohl unmittelbar nach der Sedimentation). Als sich dann im Meerwasser der Chlormagnesiumgehalt angereichert hatte, vielleicht zu Beginn der Hauptanhydritzeit, bewirkten die den Ton durchtränkenden Laugen die Umbildung in Anhydrit. In den Schönebecker Pseudomorphosen sind die Hohlräume des Anhydrits mit Ton erfüllt.

Auf Frischglück sind, wie im tektonischen Teil (S. 26) ausgeführt wurde, Bänke und Brocken von Grauem Salzton häufig, die untereinander konkordant in weißem, auch etwas rötlich gefärbten Steinsalz liegen. Die Bänke bestehen aus dichtem, feinkörnigen Anhydrit, der häufig gleichmäßig dunkelgrau aussieht. Andere zeigen demgegenüber eine recht scharfe Trennung in reine dunkelgraue Anhydritlagen und in hellere

[1]) In dem von C. REIDEMEISTER publizierten, von TH. MOHR aufgenommenen Profil des Schönebecker Grauen Salztons (Über Salztone und Plattendolomite im Bereich der norddeutschen Kalisalzlagerstätten, Inaug.-Diss. Kiel 1911) wird eine Pseudomorphosenschicht aufgeführt.

Lagen, in denen der ebenfalls feinspätige Anhydrit in einer tonigen Grundmasse liegt (mikroskopischer Befund). Der großen Ähnlichkeit wegen wurde angenommen, daß diese Bänke der liegenden anhydritischen Partie des Grauen Salztones entstammen. Das Bemerkenswerte ist nun, daß diese in Steinsalz liegenden Einschlüsse an verschiedenen Punkten ausgezeichnet gefaltet sind. Die Faltung tritt einmal an der äußeren Form der Bänke hervor, wie z. B. sehr schön an der dünnen auf Fig. 10 (an der starken waren auch Gleitschrammen zu beobachten).

Figur 10.



Frischglück, 725 m-Sohle. (Etwa 1 : 66.)

Andererseits kommt die Verbiegung auch innerlich in der kraus gefältelten Linienführung der tonigen Schlieren zum Ausdruck. Von einem Handstück der dicken Bank in Figur 9 wurde ein Schliff gefertigt, der die Schichten in der Längsrichtung schneidet. Dieser Schliff zeigt neben kleinen schwer auflösbaren Krystallen in der Richtung der Schicht liegende, mehr oder weniger parallele Anhydritleisten, die rechteckig und gerade begrenzt sind und einheitlich auslöschen. Es ist wahrscheinlich, daß eine bruchlose Faltung unter Umkrystallisation stattgefunden hat, trotzdem das umgebende Medium weit leichter formbares Steinsalz ist. Dabei wurden die in Richtung der Schicht liegenden Anhydritleisten durch Umkrystallisation neugebildet.

Diese Umformung kann nur durch ganz besondere Verhältnisse bewirkt sein. Kommen doch an anderen Punkten hohen Druckes, wie z. B. in der Hauptsalzmasse des Westfeldes

von Desdemona Anhydritfindlinge vor, deren ursprüngliche Struktur vollständig erhalten ist. Ich stelle mir diese besonderen Verhältnisse als eine Druckbeanspruchung in einem Raume vor, der (so gut wie) keine Ausweichsmöglichkeit bot. (Auf die Fähigkeit des Anhydrits, umkrystallisieren zu können, weisen noch weitere Beobachtungen hin (s. S. 81 und S. 106).) Das Steinsalz, in dem die Bänke liegen, ist kleinkörnig, also abweichend vom normalen Jüngeren Salz, beschaffen. In einem Saum von 5 cm Breite geht um die Fremdkörper die weiße oder rötliche Farbe in ein dunkleres Rot über.

Vereinzelt auf Desdemona, häufiger auf Frischglück ist in den Gebieten, wo der Graue Salzton zu Brocken oder Bänken zerschellt ist, das Vorkommen eines graurot gefärbten, porphyrisch struierten Anhydrits, der auf Hohlräumen traubige Bildungen von radialstrahligem Anhydrit enthält. Ein solches Gestein ist in den normalen Aufschlüssen des Grauen Salztons nicht beobachtet; vielleicht liegen auch hier durch Umkrystallisation posthum entstandene Bildungen vor.

6. Hauptanhydrit.

Der über dem Grauen Salzton mit scharfer Grenze folgende Hauptanhydrit zeigt großenteils die als charakteristisch geltende Homogenität und scheckige Farbe, die immer hell- oder dunkelgrau ist und einen Stich ins bläuliche hat. (Die besten Aufschlüsse: Frischglück 675 m-Sohle, Schacht-Querschlag; Desdemona, 690 m-Sohle, Westlicher Querschlag; Hohenzollern, 700 m-Sohle, Schacht-Querschlag.)

Im Hauptanhydrit bildet der Anhydrit großenteils kleine Leisten, die nach der Richtung der größten Elasticität gestreckt sind. Die Leisten können in verschiedener Weise gruppiert sein. Die radial-strahlige Anordnung erzeugt häufig kugelige Aggregate, deren Mittelpunkt wohl immer ein Kryställchen von ungefähr kubischer Form bildet. Die zackige Umgrenzung der Aggregate greift ineinander, woraus allein schon hervorgeht, daß es sich nicht um eine Oolithbildung

handelt. Ein anderer, lokal häufiger Verwachsungstypus kommt zustande, wenn die Leisten radial und senkrecht von einer mehr oder weniger geraden Achse ausstrahlen. Es entstehen dann säulenförmige Aggregate mit meist rundem Sternquerschnitt. Diese und ähnliche Gruppierungen sollen wegen ihrer Ähnlichkeit mit den auf den Dornenhecken der Gradierwerke abgesetzten, als Dornstein bezeichneten Gipsbildungen als dornsteinähnliche Anhydritaggregate oder kurz als Dornsteinbildungen, Dornsteinaggregate bezeichnet werden. Sie messen 4—8 mm im Durchmesser und bis 40 mm in der Achsenrichtung. Neben ihnen kommen ähnliche, nicht so gesetzmäßige Bildungen vor, bei denen die Leisten von verschieden gestalteten, häufig durch die Situation gegebenen Flächen meist senkrecht ausstrahlen. Alle diese radial-strahligen Bildungen lassen gelegentlich zonares Wachstum erkennen, das sich in einem senkrecht zur Leistenachse erfolgenden Farbenwechsel von hell- und dunkelblaugrau äußert. Der Anhydrit dieser Bildungen ist immer rein. Die ein Merkmal des Hauptanhydrits darstellenden Verunreinigungen von Ton und Magnesit[1]) sind in den an Dornstein- und ähnlichen Bildungen reichen Partien auf scharf begrenzte und doch unlösbar mit diesen verwachsene, meist dunkle Flecken und Striche, auch dünne Schmitze beschränkt, die alle anhydrithaltig sind. Diese scharfe Differenzierung ist wohl so zu erklären, daß die Anhydritleisten im Wachsen das niederfallende klastische Material beiseite schoben, wie das ähnlich für die Überlagerung der Krystallsalzlagen des Älteren Steinsalzes durch Anhydritschnüre als möglich hingestellt wurde. Die Dornsteinbildungen schließen häufig drusige Hohlräume ein, in die die Anhydritkryställchen mit freier Krystallendigung hineinragen, und die damit an die miarolithischen Drusenräume mancher Granite erinnern. Diese

[1]) Magnesit wurde qualitativ daran erkannt, daß das Material nur mit heißer konzentrierter Salzsäure braust. Immerhin bleibt zu untersuchen, ob nicht doch ein gewisser Kalkgehalt vorhanden ist.

Hohlräume können nachträglich mit Steinsalz und Eisenglimmercarnallit ausgefüllt sein. Sie sind auch die Heimstätten der Koenenitblättchen.

Neben den leistenstruierten kommen auch recht feinkörnige und dichte Partien im Hauptanhydrit vor.

Die Größe der Anhydritindividuen wechselt in verschiedenen Horizonten beträchtlich, sie steigt in den Leisten der radialstrahligen Aggregate bis 4 mm.

Etwa 15 m über der Liegendgrenze setzt mit allmählichem Übergang eine Zone von 3—6 m Mächtigkeit ein, deren Kennzeichen eine deutliche Bankung und Schichtung ist[1]). Sie wird hervorgerufen einmal durch Differenzierung von hellen und dunklen, durchschnittlich 1 cm starken Bänkchen, sodann durch die Einfügung schwarzer Lagen, die zunächst papierdünn und zackig sind und in Abständen von etwa 15 cm folgen. Mit zunehmender Dicke (maximal 0,5 cm), die mit einer Verminderung des gegenseitigen Abstandes (bis 1 cm) Hand in Hand geht, bewahren sie die unruhig wellige Lagerung (s. Phot. 6 auf Tafel III). Sie vereinigen sich häufig, tun sich wieder auf oder keilen aus. Zwischen ihnen liegen entsprechend unregelmäßige Bänkchen und mandelförmige Aggregate von hellem Anhydrit. Die Lagen selber sind konkordant ihrer Begrenzung außerordentlich fein geschichtet. An diesen narbigen Schichtflächen zerplatzt der Hauptanhydrit leicht. Durch qualitative Untersuchungen wurde in diesen Lagen Anhydrit, Magnesit[2]) und Ton nachgewiesen. Lokal schwellen einzelne Lagen zu 10, ja 40 cm Stärke an, die dann wieder durch feinkörnige Anhydritschnüre zerteilt werden können. Diese Bänkchen erinnern in ihrem Aussehen an den Grauen Salzton. Auf Frischglück (675 m-Sohle) sind drei zu

[1]) s. auch O. Grupe, Über die Zechsteinformation und ihre Salzlager im Untergrund des hannoverschen Eichsfeldes . . . Zeitschr. f. prakt. Geol. 1909. — E. Geinitz u. Nettekoven, Die Salzlagerstätten von Jessenitz in Mecklenburg. Mitt. d. Großh. Meckl. Geol. Landesanst. 1905.

[2]) Auch hier der Magnesit nur am Brausen mit heißer konzentrierter Salzsäure.

zählen; sie unterscheiden sich durch ihre Festigkeit und den Carbonatgehalt.

Eine Analyse der mittleren Bank, die von K. MUENK ausgeführt ist, lautet:

Aufschließung mit kohlensaurem Kali-Natron:	
Kieselsäure	11,81 v. H.
Tonerde	4,40 »
Eisenoxyd	0,96 »
Kalkerde	23,72 »
Magnesia	10,85 »
Aufschließung mit Flußsäure:	
Kali	0,56 »
Natron	0,80 »
Einzelbestimmungen:	
Schwefelsäure (SO_3)	34,51 »
Kohlensäure	8,38 »
Kohlenstoff	0,86 »
Hygroskopisches Wasser bei 105°	1,80 »
Glühverlust (ausschl. hygroskop. Kohlensäure und Kohlenstoff)	2,81 »
	101,46 v. H.

Die Umrechnung ergibt:

Anhydrit	55,32 v. H.
Magnesit	16,07 »
Kaolin	11.15 »
Quarz	6,61 »
Bitumen.	

Das hervorstechendste Ergebnis ist der beträchtliche Magnesitgehalt, der die Bezeichnung »magnesitische Tonbänkchen« rechtfertigt. Wichtig ist weiter der Bitumengehalt. Tangähnliche Spuren von Pflanzen hat nach freundlicher Mitteilung H. MENZEL in diesen Bänkchen gefunden, was ich durch einen weiteren Fund bestätigen kann. In einer Bank, sowie in dem benachbarten Anhydrit wurden lokal derbe Ein-

sprengungen, unterbrochene Schnüre und auch Krystallaggregate von Schwefelkies beobachtet. Schließlich erscheinen in diesen Bänkchen noch Pseudomorphosen von Anhydrit, zu deren Deutung und Beschreibung aber nicht genügend Material zu bekommen war.

Auffällige Strukturen, die von der normalen abweichen, haben zwei Partien des Hauptanhydrits in dem tektonisch stark beeinflußten Aufschluß der 700 m-Sohle von Hohenzollern. Sie liegen 6 und 8 m unter der Hangendgrenze. Die untere, etwa 25 cm starke Zone besteht aus zahlreichen konkordanten Anhydritkrusten, die durch viele Pfeiler verbunden sind (s. Phot. 7 auf Tafel IV[1]). Die Stärke der Krusten sinkt vom Liegenden zum Hangenden von 5 auf 3 mm. Die Zwischenräume sind mit posthumem Carnallit ausgefüllt und haben die gleiche Breite. In sie ragen vom Anhydrit aus kleine Krystallendigungen hinein. Das eigentlich Bemerkenswerte ist, daß sich die ganze, 25 cm starke Zone aus großen, unregelmäßig miteinander verwachsenen Anhydritkrystallen aufbaut, die 1—3 cm breit, senkrecht oder etwas geneigt durch sämtliche Krusten hindurchsetzen. Die Spiegelung der großen Spaltflächen tritt auf der Abbildung nur undeutlich hervor.

2 m über dieser Zone bildet der Hauptanhydrit allem Anschein nach große Pseudomorphosen von der Art, die E. Zimmermann vom Pegmatitanhydrit beschrieben hat. Ein Unterschied besteht darin, daß das Steinsalz der Füllungen größtenteils durch Eisenglimmercarnallit ersetzt wird. Die Rippen des Anhydritskelettes werden aus höchstens 0,5 mm starken Anhydritleisten aufgebaut, die von einer ideellen Ebene mehr oder weniger rechtwinklig nach beiden Seiten ausstrahlen, so daß immer zwei miteinander verwachsene Plättchen entstehen, die 1—2 mm dick sind.

Die Mächtigkeit des Hauptanhydrits schwankt zwischen 20 und 40 m. Diese Schwankungen, die größtenteils nicht tek-

[1]) Das Handstück ist verkehrt aufgestellt, das Liegende ist oben.

tonisch verursacht sind, finden ihren Ausdruck in großen Wellen der Oberfläche.

Anscheinend gleichförmig werden alle diese Wellen von einer meist nur millimeterdünnen Schiefertonschicht, dem Lettenbesteg, der (was nicht weiter auffällig) häufig Gleitschrammen zeigt, und einem 2—30 cm starken, sehr feinkörnigen, hellgefärbten, oft zackig begrenzten Anhydritbänkchen, der Anhydritschale, bedeckt.

Zumeist folgt über der Anhydritschale direkt das Jüngere Steinsalz. Nur in zwei Aufschlüssen auf Desdemona (380 m-Sohle und 690 m-Sohle) und in mehreren Bohrungen und Schächten gestaltet sich der Übergang durch eine Anzahl anhydritischer Bänke allmählicher[1]). In dem Desdemonaer Aufschluß der 690 m-Sohle, der allerdings nicht frei von Störungen zu sein scheint, führt der Hauptanhydrit im hangendsten Teil drei, allerdings nicht durchgehende Lettenschichten und eine Steinsalzlinse. Im darüberfolgenden, schwach rosa gefärbten Steinsalz liegen vier 5—20 cm starke Anhydritbänke. Die erste ist feinkörnig, hellgrau gefärbt und durch feine schwarze Linien gemasert; die zweite ähnelt in ihrer Struktur dem Hauptanhydrit, ist aber nach dem Hangenden zu in Lagen aufgelöst, die durch Steinsalz getrennt, auch noch mit Steinsalz verwachsen sind. In der dritten Bank (Tafel V, Phot. 10) bildet der Anhydrit ein sehr feinmaschiges Gewebe mit Steinsalzfüllung; im Hangenden (auf der Abbildung links) schneidet sie scharf gegen Steinsalz ab; nach der Untergrenze werden die Maschen weiter und es findet ein allmählicher Übergang statt. Die vierte Bank zeigt die engmaschige Struktur ebenfalls in einem kleinen Teil (Phot. 9 auf Tafel V, rechts), in dem Eisengehalt durch rostbraune Verwitterungsfarbe hervortritt. Im übrigen besteht diese Bank aus einer Grundmasse von Steinsalz, in der zahlreiche rundliche Kügelchen (Konkretionen?) von feinkörnigem Anhydrit liegen, die bis 2 mm

[1]) O. Grupe beschreibt aus dem Oberen Eichsfeld (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1909) ähnliche Verhältnisse.

Durchmesser erreichen. Daneben wurden einzelne Schwefelkieskryställchen von der Form (210) beobachtet. Eingerahmt wird diese Bank von mehreren in Steinsalz liegenden Anhydritschnüren.

Die geschilderten Bänke kehren z. T. in ähnlicher Ausbildung in den anderen Aufschlüssen wieder.

7. Jüngeres Steinsalz (Naj$_1$).

Die Masse des über dem Hauptanhydrit abgelagerten Steinsalzes wird durch den Roten Salzton und den Pegmatitanhydrit in zwei Stufen geteilt, in das Jüngere und das Jüngste Steinsalz. Die Gesamtmächtigkeit wird unter Kombination der günstigsten Aufschlüsse auf 220—260 m veranschlagt. 145 bis 170 m kommen davon auf die liegende Stufe.

Diese Stufe, das Jüngere Steinsalz, läßt sich nach Farbe und Anhydritverteilung in drei Zonen gliedern, deren Stärke sich etwa wie 2:1:3 verhält.

α) Erste Zone (Naj$_{1\alpha}$).

Die liegende Zone (beste Aufschlüsse: Frischglück 675 m-Sohle, Schachtquerschlag und 625 m-Sohle, Wetterquerschlag; dieser Wetterquerschlag zeigt die Schichten bis zum Roten Salzton in sehr normalen Verhältnissen) ist durch reine weiße Farbe gekennzeichnet, die nur an der Grenze gegen den Hauptanhydrit auf etwa 1 m in Rot übergeht. Mit 15—20 cm Abstand, der in ausgewalzten Partien natürlich geringer ist, sind etwa 5 mm starke, ziemlich scharf begrenzte Jahresringe eingefügt, die meist aus dunklem Steinsalz bestehen. Die Dunkelfärbung wird durch Einsprenglinge von Anhydrit, Polyhalit und Ton bewirkt. Es kommen aber auch dünne reine Anhydritschnüre vor.

Das Gefüge des Unteren Jüngeren Steinsalzes ist größtenteils feinspätig und liefert einen unebenen, rauhen Querbruch. Die Steinsalzindividuen werden in manchen Bänken größer und nehmen stellenweise beträchtliche Dimensionen an. Diese Krystallsalzlinsen messen maximal 5×60 cm, scheinen aber

keine tektonischen Neubildungen zu sein. — Auf Desdemona ist der liegendste Teil des Unteren Jüngeren Steinsalzes etwas abweichend beschaffen. Die Steinsalzbänke sind verschieden gefärbt; die trennenden Schnüre dicker und dunkler.

β) Mittlere Zone (Naj1β).

Ohne scharfe Grenze setzt die mittlere, gelblich und rötlich gefärbte Partie ein. (Beste Aufschlüsse: Frischglück, 625 m-Sohle, Wetterquerschlag; Hohenzollern, Schachtquerschläge.) Sie ist besonders rein und sieht im frischen Bruch vollständig homogen aus. Im angelaugten Zustand treten ganz feine Anhydritschnüre von weißer Farbe hervor. Die Struktur dieser Zone ist feinspätig, nur an der hangenden Grenze stellen sich große linsenförmige Krystalle ein.

Nahe der hangenden Grenze habe ich auf Hohenzollern ein Sylvinitbänkchen aufgefunden, das aus einer feinspätigen Verwachsung von Sylvin und Steinsalz besteht und sich aus dem umgebenden Steinsalz nur wenig heraushebt. Die Farbe wechselt mit den Fundpunkten und ist rosarot, gelb oder reinweiß. Es wurde bisher nur in dezimierter Schichtenfolge beobachtet und erreicht da eine Mächtigkeit bis 40 cm.

Durch etwas (in den ausgewalzten Partien 1 m) Steinsalz getrennt folgt im Hangenden eine Anhydritbank, der »Grobanhydrit«, über dem die Grenze gegen die dritte Zone des Jüngeren Steinsalzes deshalb gezogen wurde, weil er nur in Verknüpfung mit dem Sylvinitlager (also nur auf Hohenzollern) angetroffen wurde[1]). Man kann eigentlich gar nicht von einer Bank reden, da nur in einer oder mehreren Schichten perlschnurartig gereihte Linsen von maximal 40 cm Stärke auftreten. Es ist aber wahrscheinlich, daß ursprünglich eine zusammenhängende Bank vorhanden war, die bei Auswalzung zerrissen ist; dafür spricht das Ausweichen der benachbarten Jahresringe um die Linsen. Dieser Grobanhydrit (s. Phot. 8 auf Tafel IV) ist außerordentlich grobspätig, rein und farblos.

[1]) Wie weiter unten gezeigt wird (S. 91), scheint auch eine genetische Beziehung zwischen dem grobspätigen Anhydrit und dem Kalilager zu bestehen.

Die Krystallindividuen sind nach einer Achse gestreckt und messen in dieser Richtung bis 5,5 cm, und quer dazu bis 1 cm. Sie sind unregelmäßig angeordnet, aber recht idiomorph ausgebildet. Neben (im Längsschnitt) rechteckigen Formen kommen elliptische vor. Die Krystalle sind manchmal nur skelettförmig gewachsen; die unregelmäßigen Hohlräume füllt weißes Steinsalz. Die Krystalle liegen nicht immer eng, so daß Zwischenräume bleiben können, die posthum mit Eisenglimmercarnallit oder weißem, auch braunem Krystallsalz ausgekleidet sind, das zahlreiche kleine, makroskopisch kaum wahrnehmbare Anhydritplättchen enthalten kann. Eine andere auffällige Erscheinung in diesem Steinsalz ist feinkörniger, weißer oder auch grauer Anhydrit, der unregelmäßig rundliche Hohlkörper bildet, in denen noch ein ebenfalls derber Anhydritkern stecken kann. Mit den grobspätigen sind feinkrystalline Partien verwachsen, in die die großen Krystalle voll begrenzt hineinragen.

Die Linsen dieses Grobanhydrits werden manchmal von feinkörnigen, auch porphyrisch struierten Anhydritschnüren eingefaßt; doch liegen außerhalb dieser Eingrenzung im Steinsalz weiter noch einzelne größere Krystalle. Die Anhydritschnüre sind 0,5—2 cm dick und in einzelnen Lagen verschieden hell- und dunkelgrau gefärbt. Ein Charakteristikum ist die konkordant-parallele Anordnung der 1 mm Länge erreichenden Anhydritleisten, die zur Folge hat, daß recht glatte Bruchflächen entstehen können.

In einem Aufschluß (540 m-Sohle) scheint die großspätige Struktur des Grobanhydrits durch eine feinkörnige ganz ersetzt zu werden. Nicht zu entscheiden ist, ob an anderen Punkten gefundene Linsen von graubraunem, feinkrystallinen Anhydrit, in denen man auch die konkordant-parallele Anordnung der kleinen leistenförmigen Krystalle beobachten kann, demselben Horizont angehören. Dieser Anhydrit geht nach einer Seite in gleichmäßig-zuckerkörnigen über und ist dann mit Steinsalz verwachsen.

γ) Dritte Zone (Zone der Anhydritmittel (Naj1γ).

Die dritte Zone besteht aus 1—20 cm dicken Bänken von meist feinspätigem, stellenweise auch grobspätigem Steinsalz, die abwechselnd grau, gelb, rosa bis braunrot gefärbt sind und viele rote Flecken enthalten. Vielen Bänken ist Anhydrit reichlich eingefügt, und zwar in Körnern, größeren Flocken und in Fladen. Diese sind mit dem Steinsalz unregelmäßig verwachsen, fügen sich aber im ganzen dem Schichtenverband konkordant ein. Durch diesen Anhydrit, durch den Wechsel der Färbung in den Steinsalzbänken und daneben auch durch schwarze Toneinsprengungen erhält das Steinsalz ein dunkel- und dickgestreiftes Aussehen, das es von allen anderen Horizonten unterscheidet. In dieser Zone sind sieben bemerkenswerte Anhydritbänke gezählt, von denen sich die drei mächtigeren überall wieder erkennen lassen. Sie sind als Anhydritmittel I, II und III bezeichnet, während die dünnen, unter diesen liegenden Bänke Ia, IIa, IIIa und IIIb genannt werden. Der beste Aufschluß dieser Anhydritmittelzone liegt auf der 625 m-Sohle von Frischglück. Das Profil dort, versehen mit auf den anderen Gruben gesammelten Zusätzen, lautet:

1. 15 m Steinsalz.
2. Anhydritmittel Ia. Hellblaugrau, sehr feinkörnig-dicht, mit einzelnen unregelmäßig begrenzten Steinsalzeinsprengungen. Verwachsung mit dem umgebenden braunroten Steinsalz ist uneben; in diesem feinkörnige Anhydritknoten und -schmitzen. Stärke schwankt, bis 10 cm.
3. 0.7 m Steinsalz.
4. Anhydritmittel I. 65—100 cm mächtig. Die Hauptmasse dieser Bank gleicht dem Hauptanhydrit; nur sind die Dornsteinbildungen und die mit Steinsalz erfüllten Drusen häufiger. Diese Hauptmasse wird von einer 3 cm starken hangenden und einer 10 cm dicken liegenden Schale eingefaßt, die beide feinkörnig sind und durch unregelmäßig linsenförmige Steinsalzeinschlüsse

in dünne wellige Schichten zerlegt werden. Die liegende Schale sendet bis 50 cm lange Zapfen in das Steinsalz.

5. 3,5 m Steinsalz.
6. Anhydritmittel IIa, aus einzelnen Brocken bestehend, die wirr in der Schicht liegen und wohl Bruchstücke einer ursprünglich zusammenhängenden Bank bilden. (Daß sich in dem sonst so regelmäßigen Aufschluß eine Zertrümmerung findet, steht vielleicht mit der Einschaltung dieser Lage zwischen zwei stärkeren Anhydritbänken zusammen.) Dunkelblaugrau gefärbt, mit helleren Partien, sehr dicht; immerhin sind die Spaltflächen der Krystalle noch mit unbewaffnetem Auge zu erkennen. Stellenweise zahlreiche kleine Steinsalzeinsprengungen. Stärke der hypothetischen Bank 7 cm.
7. 1,5 m Steinsalz.
8. Anhydritmittel II. 1,5—2,0 m mächtig. Zeigt auch gewisse Ähnlichkeit mit dem Hauptanhydrit, ist aber viel reiner und entsprechend heller gefärbt. Auch ist die Beteiligung des einheitlich orientierten Steinsalzes am Aufbau zumeist stärker. Ein wesentlicher Unterschied aber besteht darin, daß die Anhydritleisten nur selten von Achsen, sondern zumeist von Ebenen ausstrahlen, und daß die dabei gebildeten Krusten von 5 mm Dicke hier und da gesetzmäßige Anordnung unter einem Winkel von etwa 120° erkennen lassen. Die Ebenen erscheinen auf dem Querbruch als schwarze Striche, die wohl wieder die beim Wachsen der Anhydritindividuen abgestoßenen Verunreinigungen darstellen. In diesem Anhydritmittel II scheinen dieselben Pseudomorphosen aufzutreten, wie im bekannten Pegmatitanhydrit, allerdings nicht in derselben Größe und Zahl. Daneben viele derbe Anhydritpartien.

   Diese Bank steht in ihrer Beschaffenheit zwischen dem Haupt- und dem Pegmatitanhydrit.

Hervorzuheben ist, daß auch hier im Liegenden eine feinkörnige, mit Steinsalz verwachsene Schicht ruht, die eine kalottenförmig aufgeteilte Unterfläche besitzt. Dieser Schalenbau, der im Schnitt aneinandergereihte Sehnenbögen ergibt, ist an vielen Anhydritbänken der Jüngeren Salzfolge häufig und wahrscheinlich eine Folge der Bewegung der Anhydritbänke im Steinsalz (vergl. den wellenförmigen Querschnitt der Harnische).

9. 1,5 m Steinsalz.
10. Anhydritmittel III a. Graubraun, hornartig dicht, mit muscheligem Bruch, spärlich mit Steinsalz verwachsen. Hangende Grenze scharf; Basis unregelmäßig. 2 bis 5 cm stark.
11. 0,7 m Steinsalz.
12. Anhydritmittel III b. Hellgrau, feinkörnig, mit unregelmäßig länglichen Steinsalzeinlagerungen, die eine Zerteilung in einzelne Lagen bewirken können. Maximale Stärke 10 cm.

In den Auswalzungszonen sind die dünnen Bänke nur spärlich und dann mit veränderter, mürber Struktur vorhanden. Allgemein geht die blaugraue Farbe in hellgrau über, das in dünnen Schichten wechselnde Farbentöne zeigt.

Anhydritmittel I und II bilden nur in dem einen Frischglücker Aufschluß durchgehende Lagen, sonst sind sie zu zusammenhangslosen Linsen zerrissen, an denen manchmal nur im Kern die ursprüngliche Struktur erhalten ist. Um die Kerne legen sich dann mürbe, feinkörnige Partien, die nach grauen und weißen Streifen differenziert sind.

13. 5 m Steinsalz.
14. Anhydritmittel III. 10 bis über 100 cm mächtig, hellgraublau gefärbt und recht rein. Auch hier feinkörnige Basis von etwa 2 cm Stärke. Von ihr strahlt eine Lage langstengliger, skelettförmig gebauter Anhydritpseudomorphosen aus, die, mit dem einheitlich orientierten Steinsalz verwachsen, sehr schön die bekannte

Struktur des Pegmatitanhydrits zeigt[1]). Der Anhydrit dieser pegmatitisch struierten Bank bildet auch kleine Leisten, die, wie beim Anhydritmittel II beschrieben, gewöhnlich von den ehemaligen Krystallflächen senkrecht ausstrahlen. Interessant ist es nun, daß die pegmatitische Beschaffenheit nur in wenigen, nämlich den ungestörtesten Aufschlüssen zu beobachten ist; sie wird im übrigen durch eine andere, immer geringmächtigere Steinsalz-Anhydritverwachsung ersetzt, in der der Anhydrit in Einzelkryställchen oder zu derben Flecken gehäuft in rosa gefärbtem Steinsalz liegt. Gelegentlich tritt eine undeutliche Schichtung hervor. Die liegende Grenze ist scharf, auch wohl durch eine schwarze, papierdünne Tonschicht oder eine tonhaltige Anhydritzone gekennzeichnet. Im Hangenden erfolgt der Übergang zu reinem Steinsalz allmählich. Die innige Steinsalzverwachsung ist der Grund dafür, daß diese Bank bei den Auswalzungsvorgängen nicht in Linsen und Brocken zerspringt, sondern nur gelängt wird, wobei sie an Mächtigkeit verliert. Maximal beträgt die Stärke dieser feinkörnigen Bildung 15 cm. Der genetische Zusammenhang der beiden Strukturen dieses Anhydritmittels wird beim Pegmatitanhydrit besprochen.

Das Steinsalz über dem Anhydritmittel III besitzt zunächst wieder die Beschaffenheit des übrigen Salzes dieser Zone. Weiter nach dem Hangenden folgt weiß, grau und rosa gefärbtes und stellenweise recht grobspätiges Salz, das nur einzelne Jahresringe und dünne Tonlagen enthält. Die hangendste maximal 8 m mächtige, stellenweise tiefrote Partie enthält zahlreiche, meist kantige Tonbrocken, die grün oder rot gefärbt eine Größe von 1 cm Durchmesser kaum überschreiten. Sie leitet zum Roten Salzton über.

[1]) Das Vorkommen einer oder mehrerer solcher pegmatitischer Anhydritbänke unter dem Roten Salzton hat E. Zimmermann schon von verschiedenen anderen Punkten mitgeteilt (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1907).

8. Roter Salzton (Tj).

Der Rote Salzton (gute Aufschlüsse auf Desdemona, 475 m-Sohle; Hohenzollern, Schachtquerschläge) ist ursprünglich schätzungsweise 20—25 m mächtig. Über dem durch Tonbrocken verunreinigten Steinsalz setzt eine etwa 3 m mächtige Zone deutlich geschichteter, zäher, dunkelgrüner, selten roter Tone ein, denen dünne Steinsalzbänkchen eingeschaltet sind. Die Tone enthalten zahlreiche rote Steinsalzkrystalle von 2—4 mm Kantenlänge, die mit einer Rinde von mikroskopisch kleinen Bergkryställchen überzogen sind (Tonwürfelsalz GÖRGEYs).

Figur 11.

Handstück von Desdemona, 475 m-Sohle.
(Das Handstück ist durch ein Versehen auf den Kopf gestellt worden.)

Innerhalb der grünen Tone tritt eine Anhydritbank (Fig. 11) auf, deren Stärke normal 10—15 cm beträgt. (Desdemona 475 m-Sohle; Hohenzollern 680 und 700 m-Sohle.) Die liegendsten 4 cm bestehen aus wechsellagernden, 1—5 mm dicken

Lagen von weißem, hellgrauem, graubraunem, manchmal auch grünem und rotem Anhydrit, der meist mäßig feinspätig ist, seltener porphyrische Struktur zeigt. In diesem Falle liegen die größeren Krystalleisten ungefähr in der Schicht. Über dieser Partie folgen an dem besterhaltenen Vorkommen (Desdemona) grüne, mit rosafarbenem Anhydrit durchsetzte Tone oder ein Netzwerk von feinkörnigem, rotem, auch grauem Anhydrit mit Steinsalzfüllung. Den Abschluß der Bank bildet wieder eine etwa 1 cm starke Anhydritschicht. Auf Hohenzollern finden sich nur die reinanhydritischen Teile dieser Bank; in einem Aufschluß sind sie zu stufenförmigen Wellen bruchlos gefaltet, wie Fig. 12 zeigt. In dem Roten Salzton, der im

Figur 12.

Hohenzollern, 780 m-Sohle.

Schacht II von Frischglück sehr stark gefaltet und verknetet ist, wurde bei 452 m an der Grenze von Rotem Salzton gegen dunkelrot gestreiftes Steinsalz ein Anhydritbänkchen von 2 bis 5 cm Stärke durchteuft. Dieses besteht aus 2—10 mm dicken bunten, mehr oder weniger mit Ton und Steinsalz verwachsenen Anhydritlagen, in denen der Anhydrit feinkörnig bis dicht ist. Bei 463 und 464 erscheint dieselbe Bank noch einmal, zeigt hier aber an den bunten Lagen spitz endende Verschlingungen und eine mürbe bröcklige Struktur.

Über den grünen geschichteten Tonen folgt massiger, roter, salzhaltiger Ton, der in manchen Partien grün gefärbt ist. Der Ton ist zunächst recht fest und zäh, nicht schmierig, und zerfällt beim Aufbewahren im Zimmer blättrig. Die bekannten rundlichen Anhydritkonkretionen, sowie schlecht ausgebildete Anhydritkrystalle sind in ihm häufig; ferner wurden Eisenglanzblättchen beobachtet. Der Quarzgehalt reichert sich vor allem im Hangenden an; es treten unregelmäßig begrenzte, ziemlich feinkörnige Sandsteine auf, auf deren Bruchflächen manchmal größere, spiegelnde Flächen erscheinen, die skelett-

förmigen Steinsalzkrystallen angehören. Die Sandsteine sind meistens heller gefärbt als der umgebende Ton. Ein Carbonatgehalt wurde in ihnen qualitativ am Brausen mit heißer konzentrierter Salzsäure nachgewiesen.

Der Rote Ton ist regelmäßig zertrümmert und von zahlreichen Harnischen durchschnitten. Die Klüfte sind mit derbem Steinsalz oder Fasersteinsalz, selten auch mit Fasercarnallit ausgefüllt. Das Aussehen ist oft das einer Reibungsbreccie. Intensivere Auswalzung bewirkt eine Zerteilung zu perlschnurartig angeordneten, kantigen Brocken (Phot. 11 auf Tafel VI).

9. Pegmatitanhydrit.

Der über dem Roten Salzton lagernde Pegmatitanhydrit besitzt nur an wenigen Punkten, die im hangendsten Sattelflügel liegen und wenig oder gar nicht von Auswalzung betroffen sind, die bekannte normale Struktur. Solche Proben haben mir aus den zweiten Schächten von Frischglück und Desdemona vorgelegen[1]). Bemerkenswert ist an dem Pegmatitanhydrit von Frischglück die Kleinheit der Pseudomorphosen. Die Durchmesser der sechsseitigen Querschnitte sind meistens nicht größer als 1—4 mm. Entsprechend der Kleinheit der Pseudomorphosen ist die Dicke der Krusten gering, aus denen sich der Pegmatitanhydrit aufbaut, und von deren feinkörniger Basis jedesmal die Kegel ausstrahlen; gemessen wurden mehrmals 30 mm. — Vom Anhydritmittel III läßt sich der Pegmatitanhydrit im Handstück durch seine dunklere graue, auch graubraune Farbe unterscheiden. Außerdem wird er von einer größeren Anzahl von Krusten aufgebaut, während im Anhydritmittel III nur eine, stellenweise allerdings recht mächtige Lage beobachtet wurde.

An Stellen, die von relativ nur mäßigem Druck betroffen sind, wie z. T. in den Schachtquerschlägen von Hohenzollern,

[1]) Die beim Teufen aufbewahrten Proben waren meist nicht größer als $8 \times 8 \times 8$ cm.

verliert der Pegmatitanhydrit seine ursprüngliche Struktur. (Bei stärkerem Druck wird er ganz ausgewalzt.) In den deformierten Vorkommen besteht er (analog dem Anhydritmittel III) aus einer innigen Verwachsung von farblosen, auch schwach rosa gefärbten Anhydritkryställchen mit Steinsalz. In der liegenden steinsalzarmen Partie bildet der Anhydrit Leisten, die in der Regel nicht mehr als 1,5 mm messen, aber vereinzelt noch größer werden. Diese Leisten sind gleichgerichtet und parallel der Oberfläche des Roten Tones angeordnet. (Ähnliche Verhältnisse sind schon von anderen Anhydriten geschildert.) Vielfach verleihen dünne, dunklere Lagen dieser Partie ein gestreiftes Aussehen. Nach dem Hangenden zu nehmen die Anhydritindividuen kleinere, aber kubische Form an und sind mit rosa gefärbtem Steinsalz innig verwachsen. Daneben bildet das Steinsalz auch drusige Flecken. Die Grenze gegen das Jüngere Steinsalz ist bald gerade, bald auch unregelmäßig und unscharf. Manchmal wird der feinkörnige Pegmatitanhydrit durch eine dünne Steinsalzlage in zwei Bänke zerlegt, oder es schaltet sich gegen den Roten Ton etwas Steinsalz ein. Die Stärke des Pegmatitanhydrits in dieser Ausbildung ist weit geringer als die des normalen (maximal 15 cm).

Angesichts der Position der beiden Arten des Pegmatitanhydrits (und ebenso des Anhydritmittels III) darf als sicher gelten, daß die feinkörnige Struktur aus der normalen pegmatitischen durch Pressung hervorgegangen ist, und diese Annahme wird durch Funde von zwischen beiden Extremen stehenden Strukturen gestützt. Der Vorgang scheint mit Zerkrümelung des Anhydritgerüstes innerhalb des umgebenden Steinsalzes zu beginnen. Aber zur Erklärung der größeren Anhydritleisten und ihrer Anordnung parallel der Schicht möchte ich Umkrystallisationsvorgänge in Anspruch nehmen. Ein Schliff längs durch die Schichten zeigte zwischen den großen gleichgerichteten und normal auslöschenden Leisten rundliche Flecken eng gedrängter kleiner Krystalle, aus denen die größeren Leisten neu gebildet zu sein scheinen.

Interessant ist das Vorkommen von Magnesitkrystallen im deformierten Pegmatitanhydrit und im Roten Salzton, hier vor allem in einer dünnen an den Pegmatitanhydrit grenzenden Schicht. In der liegenden Partie des Roten Salztones finden sich Kryställchen in der eingeschalteten Anhydritbank und auch in dem Tonwürfelsalz. Im Pegmatitanhydrit sind sie meistens spärlich verstreut, nur lokal gehäuft; sie treten in der Mitte und am Liegenden, manchmal perlschnurartig in Lagen geordnet, auf. Ihre Kantenlänge mißt 0,5 bis 1 mm, steigt aber auch bis 5 mm. Kleine Krystalle sind rauchgrau gefärbt und durchsichtig, größere schwarz, auch graugrün. Im Roten Salzton haben sie rötliche bis rotbraune Farbe und sind nicht so schön ausgebildet wie die im Anhydrit. Ihre Krystalltracht ist $-2\,R$, auch mit $o\,R$. Die rauhe Basis kann gelegentlich überwiegen, so daß tafliger Habitus entsteht. Unregelmäßige Verwachsungen sind zu erwähnen. Eine Analyse der kleinen durchsichtigen Kryställchen von WACHE ergab:

MgO	43,31 %
FeO	5,70 »
CO_2	51,12 »
	100,13 %

Das Verhältnis von $MgCO_3$ zu $FeCO_3$ ist also 9,9 : 1. Qualitativ wurden noch geringe Mengen Kieselsäure und Kalk erkannt. (Als auffällige Tatsache ist zu bemerken, daß sich die Krystalle in heißer konzentrierter Salzsäure nur äußerst langsam lösen.)

In dem normal struierten Pegmatitanhydrit wurde Magnesit makroskopisch nicht beobachtet. Da mir von diesem aber nur wenig Proben vorgelegen haben, ist vorläufig kaum zu entscheiden, ob die Magnesitkrystalle aus Verunreinigungen bei der Umkrystallisation ausgeseigert sind. Dafür spricht allerdings, daß sie im Dünnschliff keinerlei Druckerscheinungen, wie Zwillingsbildung oder undulöse Auslöschung, erkennen lassen.

10. Jüngstes Steinsalz (Naj_2).

Das Jüngste Steinsalz ist in dem der Beobachtung zugänglichen Grubengebäude nur in schmalen Mulden aufgeschlossen, die die größte Entwicklung in den Schachtquerschlägen von Hohenzollern haben. Vollständiger waren die Profile in den zweiten Schächten von Frischglück und Desdemona, aus denen mir Proben vorgelegen haben. Das Jüngste Steinsalz ist ganz besonders rein und fast frei von eingesprengtem Anhydrit. Nur am Liegenden sind einige bis 5 mm starke Schnüre von hellem Anhydrit eingefügt, der meist feinkrystallin, selten etwas strahlig ist. Außerdem wurden in mehreren Bändern tonig-anhydritische Einsprengungen festgestellt. Die Farbe des Salzes ist fast allgemein ein charakteristisches Blaßrosa, das im direkten Kontakt mit Rotem Salzton und Zechsteinletten in Dunkelrot übergehen kann.

Im Schacht II von Desdemona, der den besten Aufschluß darstellt, wird das Steinsalz nach oben heller und wird dann von intensiver gefärbten Lagen durchzogen, die bemerkenswerterweise meist anhydritreicher sind. Noch weiter im Hangenden fehlen diese roten Bänder und ein milchiges Weiß, wie es spätigem Sylvin häufig zukommt, zeichnet die ganze Fläche aus. Neben der Farbe ist für das Jüngste Steinsalz Feinspätigkeit charakteristisch, die bei der Faltung in großkrystalline, porphyrische und im Muldenkern (wohl als Folge von ungleichförmiger walzender Beanspruchung) in lockerkörnige Struktur übergeht.

Die Mächtigkeit der Zone wird auf maximal 50—60 m veranschlagt. Am Übergang zum Oberen Zechsteinletten finden sich im Jüngsten Steinsalz meist zahlreiche Tonbrocken.

11. Oberer Zechsteinletten (zo_3).

Über die Beschaffenheit des Oberen Zechsteinletten geben die Bohrungen und Schächte etwas Aufschluß. Bohrung Godenau II[1]) hat unter dem Buntsandstein etwa 20 m braun-

[1]) s. auch Tabelle 12 im Anhang, S. 112.

rote, massige, salzhaltige Tone durchteuft, denen mehrere 5 bis 10 cm starke, aus Anhydrit hervorgegangene Gipsbänke eingelagert sind. Der Gips dieser Bänke ist rosarot gefärbt. Z. T. ist er feinkörnig, z. T. bildet er große Krystalle, die mit den feinkörnigen Partien regellos verwachsen sind. Er enthält Tonbrocken und ist stellenweise durch Ton verunreinigt. Von dem Roten Salzton unterscheidet sich der Obere Zechsteinletten durch seine größere Festigkeit (höheren Sandgehalt) und seine dunklere Farbe, die sich dem Braun nähert, und durch das Fehlen von grünen Partien. Die Röttone waren im Schacht II von Frischglück lichter als der Rote Salzton gefärbt. Der Bröckelschiefer ließ sich vom Oberen Zechsteinletten nicht trennen.

B. Zusammenfassung der wichtigeren Ergebnisse und genetische Betrachtungen.

1. Das Ältere Steinsalz läßt in den besten Aufschlüssen mit einiger Wahrscheinlichkeit die Stufen der Anhydrit-, Polyhalit- und Kieseritregion und der zwischen den beiden letzten liegenden reinen Steinsalzzone erkennen. Doch ist die ursprüngliche Struktur unter der Druckbeanspruchung fast vollständig verloren gegangen.

2. Das Ältere Kalilager besteht aus Trümmerhauptsalz und geschichtetem Hartsalz. Ganz untergeordnet kommt bankiges Hauptsalz und schichtungsloses Hartsalz vor. Für die Identität der verschiedenen Ausbildungen des Kalilagers liefern unsere Gruben so gut wie keine Beweise. Der für die vorliegenden Verhältnisse zunächst so bestechenden Deszendenztheorie war aber der Boden entzogen, als sich die beiden (Steinsalz einschließenden) Hartsalzlager als die Flügel einer ungleichschenkligen Falte erwiesen, die so auffällige Analogien zu den von F. Schünemann [1]) bekannt gegebenen Verhältnissen des Berlepschschachtes zeigen. Es wird nun angenommen, daß sich Hauptsalz und Hartsalz entsprechen.

[1]) F. Schünemann, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1913.

Eine Entstehung des Hartsalzes aus Hauptsalz durch Druckmetamorphose im Sinne SEIDLs [1]) ist auf unseren Gruben ausgeschlossen. Denn auf Frischglück, wie auf Hohenzollern liegt das Hartsalz in solchen Teilen des Salzgebirges, die am wenigsten gestört sind. Es ist allerdings möglich, daß bei den Unterschiebungen, die eng mit den Hartsalzvorkommen zusammenhängen, ein gewisser Staudruck auf die hangenden Schichten gewirkt hat, der sich zwar in dem über der Störung zunächst liegenden Steinsalz kaum äußert; doch ist mit SCHÜNEMANN erst das Vorkommen von fertigem Hartsalz der Grund für die Ausbildung von Unterschiebungen. Und andererseits hat in solchen Teilen des Salzgebirges, in denen ein Staudruck nachzuweisen ist, wie z. B. auf Desdemona im mittleren Faltungszug, keine Hartsalzbildung stattgefunden. Die Chlormagnesiumlauge, die SEIDL in Zusammenhang mit der Hartsalzbildung bringt, pflegt analog der Endlauge zusammengesetzt zu sein, die im Betrieb der Chlorkaliumfabriken nach Ausscheidung des künstlichen Carnallits erhalten wird. Es liegt daher die Übertragung nahe, die sogenannten Urlauge als Überbleibsel von posthumen Carnallitbildungen aufzufassen.

Die von M. NAUMANN [2]) angenommene Entziehung des Chlormagnesiums mittelst Durchtränkung ungesättigter Laugen hat mehr Wahrscheinlichkeit für sich. Aber gegen die Verknüpfung mit der nachpermischen Gebirgsbildung — das gilt auch gegen die Hypothese SEIDLs — läßt sich der Einwand erheben, daß die Hartsalzbildung, soweit ein Nachweis möglich ist, in der Hauptsache vor die tektonischen Bewegungen fällt, und daß eine Abhängigkeit der Hartsalzvorkommen von Störungen irgendwelcher Art nicht festzustellen ist. Daß sich der Vorgang gelegentlich auch im Anschluß an diese abgespielt haben mag, soll damit nicht in Abrede gestellt werden.

Ich möchte nun hier auf die Möglichkeit hinweisen, daß die Bedingungen für eine Paragenese von Kieserit und Sylvin

---

[1]) E. SEIDL, Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1913.

[2]) M. NAUMANN, Kali 1913.

auch schon zur Zeit vor der Sedimentierung des Grauen Salztones und des Steinsalzbestegs erfüllt sein konnten. Nehmen wir an, ein fertig abgesetztes Hauptsalzlager wird von geringen Süßwasserschichten bedeckt, die aus Zuflüssen oder Niederschlägen stammen mögen, aber in solcher Menge nachgeführt werden, daß sie der Verdunstung eben die Wage halten, und dieses Süßwasser sammelt sich an den tiefsten Punkten zu flachen Seen an, so wird infolge der höheren Lösungstension eine Entziehung des Chlormagnesiums aus dem Hauptsalz am Boden des Beckens erfolgen. Gleichzeitig können bei Sonnenbestrahlung in tieferen Laugenschichten, über denen ständig etwas Süßwasser steht, Temperaturen erreicht werden, bei denen Kieserit und Sylvin nebeneinander beständig sind. Nach dieser Theorie findet keine Umlagerung statt, und es ist daher auch keine Verdampfung notwendig, die eine Zerstörung der Süßwasserschicht und die Erniedrigung der Temperatur zur Folge haben würde.

Wo nun über dem Hartsalz noch Hauptsalz liegt, wäre dieses durch eine spätere Ausscheidung oder eine nachträgliche Chlormagnesiumaufnahme zu erklären.

3. Der Graue Salzton zeigt die bekannte Gliederung; abweichend ist nur ein beträchtlicher Kieseritgehalt in der unteren Zone der anhydritischen Stufe. Anscheinend horizontbeständig ist mit dem Grauen Salzton der Steinsalzbesteg verbunden.

Der Schnitt zwischen Älterer und Jüngerer Salzfolge liegt m. E. unter der mittleren tonig-sandigen Partie des Grauen Salztons. Dafür spricht das Auftreten der Salztonfossilien und auch die Bildung von ursprünglichen Gipskrystallen über dieser Linie. Die liegende Partie des Grauen Salztons, die vorwiegend aus Anhydrit, daneben aus Ton und Kieserit besteht, fasse ich als Auflösungsrückstände von Teilen der älteren Salzfolge auf. In den erhaltenen hangendsten Teilen des Kalilagers weist die Anhydritbeteiligung eine stetige Zunahme auf,

die auf dem Berlepschschacht nach O. RIEDEL[1]) 1,1 v. H., in Salzdetfurt nach F. ENGEL[2]) 3,16 v. H. erreicht. Bei einem durchschnittlichen Gehalt von 2 v. H. müßten 40 m aufgelöst sein, um die 1,5 m starke anhydritisch-tonige Partie des Grauen Salztons zu bilden, da diese im Mittel 55 v. H. Anhydrit enthält. In Fortsetzung dieses Gedankens wäre der Steinsalzbesteg eine metamorphe Grenzzone, der nur die leichtlöslichen Salze entzogen sind.

4. Der Hauptanhydrit ist stellenweise (unabhängig von Ausquetschungsvorgängen) recht geringmächtig. Im mittleren Teile ist er durch tonig-magnesitische Anhydritlagen, die zu den »magnesitischen Tonbänkchen« anschwellen können, geschichtet. In diesen ist der Bitumengehalt und das Vorkommen von Pflanzenresten zu erwähnen. Diese magnesitischen Einlagerungen sind ein Anklang an den hessisch-thüringischen Plattendolomit. Der Übergang zum Jüngeren Steinsalz wird, wie im Oberen Eichsfeld, gelegentlich durch anhydritische Bänke vermittelt.

5. Das Jüngere Steinsalz unter dem Roten Salzton erreicht mit 145—170 m beträchtliche Mächtigkeit, denen weiter südlich im Oberen Eichsfeld[3]) nur 60—65 m, im Südharzgebiet[4]) etwa 80 m und bei Staßfurt[5]) 100—150 m gegenüberstehen. Nach der Farbe und seinen Einlagerungen ist es in drei Zonen gegliedert. Die zweite wird durch den Sylvinit (und den Grobanhydrit) abgeschlossen, die sich allerdings bisher nur auf der Grube Hohenzollern nachweisen ließen. Diese Grube scheint die Südgrenze der Sylvinitverbreitung[6]) zu bezeichnen. Die Schichtengruppe: Mittlere und Obere Stufe des

[1]) O. RIEDEL, Zeitschr. f. Krystallographie 1912.
[2]) F. ENGEL, Dissertation Leipzig 1913.
[3]) O. GRUPE, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1909.
[4]) M. NAUMANN, Neues Jahrb. f. Min. usw., Beilage-Bd. 32, 1911.
[5]) M. EVERDING, Abhandl. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst., N. F., H. 52.
[6]) Dabei bleibt aber vorläufig noch zweifelhaft, ob sich das Jüngere Kalilager auf allen Gruben entspricht.

Grauen Salztons, Hauptanhydrit und Untere Zone des Jüngeren Steinsalzes bilden eine Salzfolge, zu der wahrscheinlich noch die zweite Zone bis zum Sylvinit einschließlich gehört. Dieser Cyklus zeigt insofern einen Anklang an die Ausscheidungsbedingungen des ersten Cyklus, der Älteren Salzfolge, als sich in den magnesitischen Tonlagen des Hauptanhydrits und in den Jahresringen der Ersten Stufe des Jüngeren Steinsalzes auch eine Jahresbildung ausdrückt. — In der dritten Zone des Jüngeren Steinsalzes sind die zahlreichen Anhydritbänke hervorzuheben, in denen sich der Übergang der Hauptanhydritstruktur zu der des Pegmatitanhydrits vollzieht. Genau genommen besteht diese Zone aus einer großen Anzahl von Salzfolgen, die allerdings immer nur aus Anhydrit und Steinsalz bestehen.

6. Daß bei dem Absatz der liegenden Teile des Roten Salztons Wasser bezw. Lauge mitgewirkt hat, wird durch die Schichtung dieser Teile sowie durch die Einschaltung der Anhydritbank und der Steinsalzschnüre wahrscheinlich gemacht. Weiter im Hangenden fehlen solche Anzeichen. Auch die Analysen des Schönebecker Roten Salztons von Biltz und Marcus[1]) und von Reidemeister[2]) ergaben im liegenden Teil im Gegensatz zum hangenden hohe Gehalte an Anhydrit und Carbonaten. Im Hangenden ist auf unseren Gruben der Rote Salzton stellenweise sandsteinartig verfestigt.

7. Der Pegmatitanhydrit zeigt nur im ungestörten Salzgebirge die normale pegmatitische Struktur. Bei der Auswalzung weicht diese einer unregelmäßigen Verwachsung von feinkörnigem Anhydrit mit Steinsalz. Das Gleiche gilt für das Anhydritmittel III.

8. Strukturen der Anhydrite.

Die Anhydritvorkommen des geschilderten Normalprofils lassen sich zu drei Gruppen ordnen. Die erste umfaßt die feinkörnigen, auch dichten Massen, die aus meist würfelförmi-

[1]) Biltz u. Marcus, Zeitschr. f. anorg. Chem. 1911.
[2]) Reidemeister, Diss. Kiel 1911.

gen Individuen aufgebaut werden; zu ihr gehören vor allem die Jahresringe der verschiedenen Steinsalzhorizonte, die anhydritische Stufe des Grauen Salztons, die Anhydritschale über dem Hauptanhydrit und die dünnen Anhydritmittel (Ia, IIa, IIIa und IIIb). Unter besonders geartetem Druck scheinen feinkörnige Aggregate in gleichgerichtete Leisten umzukrystallisieren. In der zweiten Gruppe sind die Individuen ursprünglich gestreckt, und diese Leisten sind radialstrahlig-faserig gruppiert. Solche Aggregate treten im hangendsten Hartsalz (selten), in den Anhydritpseudomorphosen des Grauen Salztons, im Hauptanhydrit, in den Anhydritmitteln I, II und III und auch im Pegmatitanhydrit (sofern diese beiden letzten die ursprüngliche Struktur haben) auf. In die dritte Gruppe werden die großen Individuen gestellt, die sich als Einzelkrystalle in den Kieseritbänken des Kalilagers finden und im hangendsten Hartsalz, im Steinsalzbesteg, anderswo auch im untersten Teil des Grauen Salztons und im Grobanhydrit zu wirrstrahligen Aggregaten gehäuft sind.

Nach Annahme E. ZIMMERMANN's sind die feinkörnigen Bänke durch — gewissermaßen klastische — Anhäufung schwebend (planktonisch) gebildeter Krystallindividuen, die natürlich sehr klein sind, entstanden. (Die feinkörnigen Anhydritknollen und -knoten, wie sie z. B. im Roten Salzton auftreten, fallen aus dieser Gruppe heraus. Sie sind wohl konkretionär.) Der Anhydrit der beiden anderen Gruppen ist dort auskrystallisiert, wo er heute liegt; ist »bodenständig«. Soweit es sich nicht um Pseudomorphosen oder posthume Bildungen handelt, könnte man von einer »benthonischen« Krystallisation sprechen. Die großbucklige Oberfläche, wie sie vor allem vom Hauptanhydrit bekannt ist, dürfte durch ungleichmäßiges, an Korallenriffe erinnerndes Wachstum der radialstrahlig gebauten Partien verursacht sein. Bemerkenswert ist noch, daß die radialstrahligen Bildungen fast nie frei im Steinsalz liegen, sondern entweder auf oder im Salzton ansetzen oder an ihrer Basis eine feinkörnige Anhydritschale tragen. An solchen

Punkten scheint das strahlige Wachstum erleichtert zu sein. Von Wichtigkeit für die Frage nach dem Urmineral der Pegmatitpseudomorphosen scheint mir ebenfalls zu sein, daß diese immer von feinkörnigem Anhydrit ausstrahlen.

Da die strahligen Anhydrite nicht unterhalb des Kalilagers, nach E. ZIMMERMANN[1]) auch nicht in den tieferen Anhydritlagen des Zechsteins (natürlich das posthume Vorkommen auf Spalten ausgenommen) auftreten, darf man schließen, daß sich mit dem Eintritt des Absatzes des Älteren Kalilagers irgendwelche Ausscheidungsbedingungen verändert haben, und zwar dauernd für die ganze weitere Zeit des Oberen Zechsteins. Worin diese Veränderung bestanden hat, ob in Temperaturverhältnissen oder in der Zusammensetzung der Lauge oder in noch etwas anderem, können vielleicht Krystallisationsversuche im kleinen lehren. Auf die veränderten Ausscheidungsbedingungen weist noch eine andere Erscheinung, nämlich die Rotfärbung von Steinsalzhorizonten hin, die sich etwa mit den Funden des »benthonischen« Anhydrits deckt. Man muß allerdings unterscheiden, ob die Rotfärbung ursprünglich ist, oder ob sie erst nachträglich im Kontakt mit Salztonen und Anhydriten erfolgt ist. (Daß nachträgliche Rotfärbung stattfinden kann, beweist sehr deutlich die Beobachtung, daß die in Steinsalz oder Hauptsalz tektonisch eingefügten Schollen von Grauem Salzton meistens von rotgefärbtem Salz umsäumt sind.) Aber dadurch wird die Tatsache nicht berührt, daß sich unterhalb des Älteren Kalilagers oder unter einer noch ein wenig tieferen Grenze überhaupt keine Rotfärbung findet.

Daraus daß sowohl die rotgefärbten Steinsalzschichten wie die fasrig-strahligen Anhydrite nur über dem Älteren Steinsalz, und zwar in allen hangenden Salzfolgen auftreten, leitet sich die Berechtigung ab, die verschiedenen Cyklen über dem Älteren Kalilager zusammenzufassen und als Einheit der Älteren Salzfolge gegenüberzustellen.

Die dritte Gruppe der Anhydrite, die großen Einzelindivi-

[1]) Mündliche Mitteilung.

duen und die großspätigen Verwachsungen kommen, soweit sie ursprünglich sind, nur in der Nachbarschaft der Kalilager vor. Es scheint also eine Beziehung in den Ausscheidungsbedingungen dieser Anhydrite und der Kalisalze zu bestehen, und man kann die ursprünglich gebildeten Anhydrite dieser Gruppe wohl als Leitformen der Kalilager ansprechen[1]). Doch wird deren Bedeutung dadurch herabgesetzt, daß sich solche großen Krystalle auch als Neubildungen im Bereich posthumer Carnallit- und Sylvinabsätze finden. Außerdem bilden sich solche großkrystallinen Anhydrite aus feinspätigen durch Umkrystallisation, und zwar vor allem da, wo gleichzeitig Kalisalze auf metasomatischem Wege eindringen. Zu diesen Bildungen gehören wohl auch die S. 69 beschriebenen riesigen Anhydritkrystalle im Hauptanhydrit. Schließlich sind auch Residualanhydrite häufig großkrystallin[2]).

9. Krystalle von Carbonaten.

Nach den Magnesitfunden im Pegmatitanhydrit von Hohenzollern wurde das Vorkommen von Krystallen von Carbonaten im permischen Salzgebirge verfolgt, und es wurde dabei festgestellt, daß sie in vielen Anhydritschichten vorkommen; an einer Stelle (Nr. b in der folgenden Zusammenstellung) sind sie nicht an Anhydrit gebunden. Die mir bekannt gewordenen Vorkommen seien hier zusammengestellt:

a) Älterer Anhydrit.

α) E. Zimmermann gibt in den Erläuterungen zu Blatt Plaue der geologischen Spezialkarte von Preußen im Bohrloch Arnshall IV bei Dosdorf bei 770 m innerhalb des Älteren Anhydrits eine mergelige Schicht mit schönen glattflächigen, bis über 1 cm großen Dolomitkrystallen an. Krystallform + 2 R.

β) E. Senft (Z. d. D. G. G. 1862) beschreibt aus dem Gipsstock bei Kittelsthal Dolomitkrystalle. Reine weiße und farblose ergaben in der Analyse:

[1]) Erst auf Grund der Funde des Grobanhydrits habe ich nach dem Jüngeren Kalilager gesucht und es dann auch festgestellt.

[2]) s. E. Harbort, Z. d. D. G. G. 1912.

CaO	31,330
MgO	21,758
K_2O	0,269
CO_2	43,010
H_2O	1,864

Da der Kaligehalt wahrscheinlich durch Zersetzung von benachbartem Glimmer hervorgerufen würde, käme die Zusammensetzung der Formel $CaCO_3 + MgCO_3$ ziemlich nahe. Nach mündlicher Mitteilung E. ZIMMERMANN's entspricht der Gips, der diese Krystalle birgt, ebenfalls dem Älteren Anhydrit; denn er liegt in der oberen Partie des Mittleren Zechsteins, 10—12 m unter dem Unteren (grauen) Letten.

γ) In der Bohrung Sonneborn bei Pyrmont (O. RENNER, Über den Zechstein an der Pyrmonter Achse, Z. d. D. G. G. 1914) habe ich im Älteren Anhydrit an der Basis gegen den Hauptdolomit 2 bis 4 mm große Dolomitkrystalle gefunden, die die Form + 4 R haben und grau und durchscheinend bis schwarz sind.

b) Magnesit im Carnallit von Westeregeln. (BÜCKING, Kali 1911.) Dünne sechsseitige Tafeln von etwa 3 mm Durchmesser, sowie eine rosettenartige Gruppierung von mehreren um einen Pyritkrystall. Krystallform o R, — 2 R, auch 30 R und ein steiles — m R (m = 5 oder 6).

c) Pegmatitanhydrit. Magnesit von Hohenzollern (S. 82 beschrieben).

d) Im Oberen Zechsteinletten des Graf Moltkeschachtes bei Schönebeck fand ich an der Grenze einer rot gefärbten Anhydritbank gegen den Letten eine Anzahl Arragonitkryställchen. Ihre Krystallform und das Vorkommen ist analog dem der bekannten spanischen. Nur sind unsere kleiner; die Kantenlänge überschreitet 2 mm nicht.

e) Residualgips. Dolomitkrystalle, gefunden bei 279 m in der Bohrung Hauterode III (Blatt Schillingstedt südlich vom Kyffhäuser) von E. ZIMMERMANN, aber noch nicht publiziert. Die rotbraunen Krystalle liegen recht dicht und zahlreich in feinkörnigem grauem Gips, der über roten Tonen der Jüngeren Salzfolge lagert. Krystallform: $+4\,R$. Kantenlänge bis 5 mm. Eine von LINDNER angefertigte Analyse ergab:

CaO	21,64
MgO	23,13
Fe_2O_3, Al_2O_3	1,44
MnO	0,27
CO_2	40,84
SO_3	5,04
SiO_2	3,38
H_2O	3,82

Der SO_3-Rest ist an CaO zu binden; das $CaSO_4$ stammt vom anhaftenden Anhydrit; die Krystalle konnten nur schwer aus ihrem Verband gelöst werden. Das Verhältnis $CaCO_3 : MgCO_3 = 35{,}87 : 48{,}57$ weicht erheblich von der Zusammensetzung eines Normaldolomites ab.

III. Teil.

A. Posthume Produkte.

1. Auslaugungsresiduen.

Proben von Auslaugungsrückständen des Oberen Zechsteins haben mir aus dem Schacht Meimerhausen, aus der Bohrung Godenau I und der Bohrung Cecilienhall II vorgelegen (s. auch die Schichtenverzeichnisse im Anhang).

Die Auslaugungsresiduen bestehen aus tonigem Gips, seltener aus Anhydrit und aus gipsreichem Ton. Häufig tritt eine enge Wechsellagerung von Gips und Ton ein.

Die Gipse sind meist grau bis schwarz gefärbt, bald sehr feinkörnig, bald großkrystallin. Gelegentlich beobachtet man wechselnde, etwa 2 mm starke, weiß, rosarot und dunkelgrau gefärbte Lagen, die stark gefältelt sind. Diese Faltung ist wohl erst eine Folge der Wasseraufnahme bei der Umwandlung aus Anhydrit.

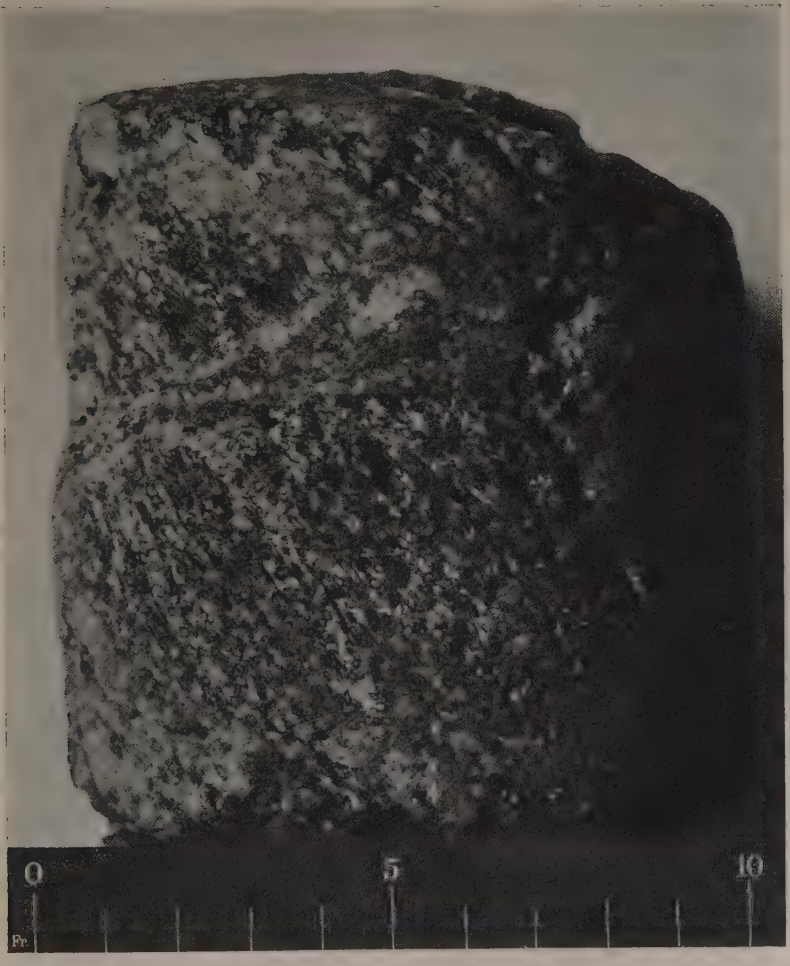
In der Bohrung Cecilienhall II sind (neben Gipsen) Anhydrite durchsunken, die in ihrer Mächtigkeit und in ihrer strahligen Struktur sicher als Hauptanhydrit zu erkennen sind. Die Vergipsung des Hauptanhydrits im Hut erfolgt nicht gleichmäßig; sie geht von den Zutrittswegen der Tagewässer aus. Auch aus dem Schacht Hohenzollern wird Hauptanhydrit innerhalb vergipster Partien angegeben.

Die Tone in der Auslaugungszone sind grau, oder, wenn sie dem Roten Salzton entstammen, rot gefärbt.

Außer von den oben angegebenen Punkten habe ich Auslaugungsrückstände untersucht, die im Schacht II von Frischglück zwischen 23 und 91 m liegen. Diese werden hier getrennt behandelt, weil es sich möglicherweise um Residuen

des Rötsalzhorizontes handelt. Die Schichten bestehen aus Gipsen, die manchmal lagenförmig, manchmal unregelmäßig mit grauen, recht kalkhaltigen, stellenweise auch sandigen Tonen verwachsen sind. In manchen Partien gehen die Schichten in tonfreie Gipse über. Zwischen 65 und 70 m ist mit den Gipsen feinkörniger grauer Anhydrit innig verwachsen. Im Profil des Schacht I wird eine mächtige Anhydritmasse angegeben, die von Gips eingeschlossen ist.

Figur 13.



Eigenartige Struktur besitzt eine Zone von recht festem Gips, die bei 55 m in der Bohrung angetroffen ist, die vor dem Abteufen des Schachtes II von Frischglück auf dessen Ansatzpunkt niedergebracht ist[1]). Diese Zone besteht aus weißen Gipsstäbchen und -kugeln von 1 mm Stärke bezw. Durchmesser, die in engen Lagen parallel und der Schichtung konkordant angeordnet sind (s. Fig. 13). Sie liegen in einer grauen, auch schwarzen Tonmasse, die kein Bitumen enthält und leicht auswittert.

Im Schacht II von Frischglück liegen in den Auslaugungsrückständen zwischen 50 und 63 m mehrere, bis 10 cm starke, feste, auch etwas löchrige Bänke, die dunkelgrau bis schwarz gefärbt und stellenweise fein geschichtet sind. Eine Analyse der ersten Bank wurde im Werkslaboratorium von Frischglück angefertigt; sie ergab:

68,1 % $CaCO_3$,
5,8 » $MgCO_3$,
20,6 » SiO_2,
4,1 » Fe_2O_3,
1,9 » Al_2O_3.

In dem Normalprofil des Oberen Zechsteins, das in den Grubengebäuden aufgeschlossen ist, sind mir solche dolomitischen Kalke nicht bekannt geworden.

Alle diese Auslaugungsresiduen sind stark zerklüftet und häufig wasserführend. Die nicht offenen Klüfte und Spalten sind entweder mit Gips (Fasergips; auch große Krystallbildungen sind häufig) verheilt oder mit braunem, kalkhaltigem, zähem Lehm erfüllt. Daneben ist eine sehr leichte, weiße, zerreibliche und poröse Masse zu erwähnen, die in der Hauptsache aus Kalk besteht. Vielleicht handelt es sich um eine Infiltration von Material, das Plänergesteinen (Plänerschottern?) entstammt.

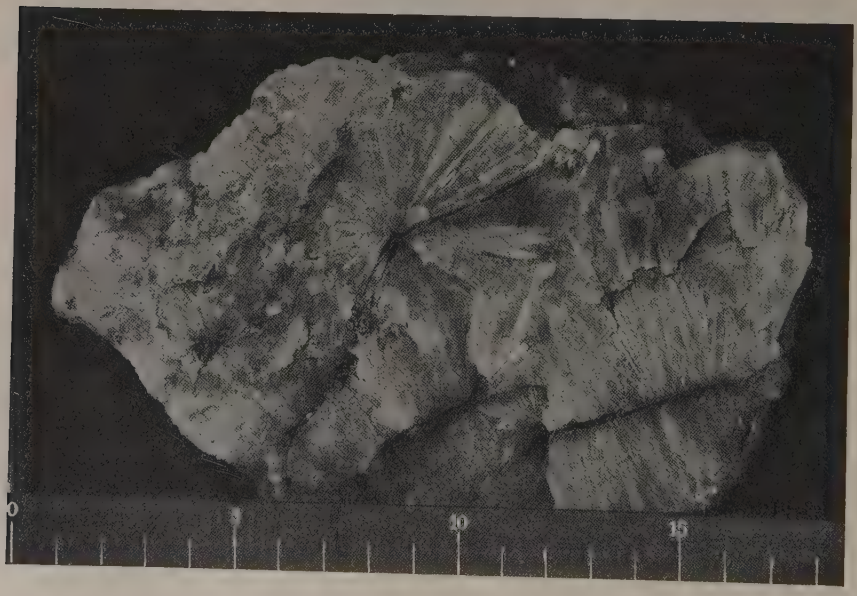
[1]) Aus dem Schacht ist dieser Gips nicht bekannt geworden. Vielleicht ist er bei den starken Wasserzuflüssen (bis 5 cbm/min) übersehen.

2. Anhydrit,

Posthumer Entstehung sind große radialstrahlige Anhydritaggregate, die auf den weiteren Umkreis des sogenannten Zwischenschachtes von Desdemona beschränkt sind. Dieses Gebiet ist, wie beschrieben, recht kompliziert gebaut. Die Hauptfundstelle liegt zwischen den beiden Flügeln einer isoklinalen Hartsalzmulde, der sog. Hartsalzfirst. Diese Zone besteht aus Trümmern von Grauem Salzton (einschl. Steinsalzbesteg), Hauptanhydrit und Jüngerem Steinsalz. Von diesen zeigt vor allem der Hauptanhydrit nicht mehr ganz die ursprüngliche Struktur. Die Differenzierung in dunkle und hellere wellige Schichten, wie sie der mittlere Teil des Hauptanhydrits infolge Einfügung magnesitischer Tonlagen zeigt, ist noch vorhanden; doch ist die Farbe hellgrau bis weiß geworden (dabei immer noch mit einem Stich ins bläuliche), und in der mäßig feinspätigen Grundmasse des Anhydrits erscheinen einzelne größere wohlausgebildete Krystalle. — Gleitschrammen und posthume Steinsalzabsätze, die alle Klüfte und Spältchen erfüllen, sind zu erwähnen (s. auch unten). Der posthume radialstrahlige Anhydrit ist sehr rein, seine Farbe wechselt mit den Fundpunkten; sie ist weiß, gelblich, rötlich, hellgraublau, selten schwach violett. Die Anordnung der Lamellen ist makroskopisch ähnlich, wie sie oben von den Dornstein- usw. Aggregaten des Hauptanhydrits beschrieben wurde. Manchmal überkleiden sie Brocken von Grauem Salzton und Hauptanhydrit in einer dicken Kruste, in der die Lamellen zu Kegeln und Rosetten gruppiert sind; dabei bleiben wohl zwischen den Gruppen spitze mit Steinsalz erfüllte Zwischenräume frei. Manchmal liegen die Anhydritaggregate freier und sind dann in der charakteristischen Dornsteinform ausgebildet. Sie besitzen kreisrunden oder schwach elliptischen Querschnitt, gelegentlich mit exzentrisch liegender Achse (s. Fig. 14). Im Längsschnitt zeigen sie Zylinderform (Fig. 15) mit ei- oder tonnenförmigen Übergängen zur Kugelform. Die Dornstein-

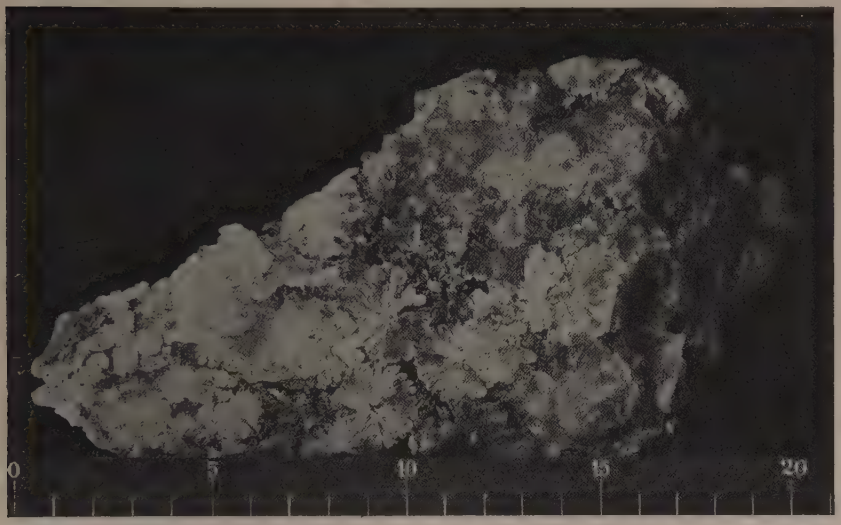
Figur 14.

Figur 15.



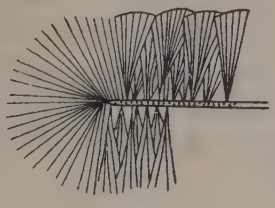
zylinder sind häufig parallel gerichtet; bald liegen sie so eng, daß sie sich gegenseitig an vollständiger Ausbildung behindert haben (Fig. 14 und 15), bald liegen sie weiter, und die Zwischenräume sind mit Krystallsalz erfüllt (s. Fig. 16).

Figur 16.



Die Dornsteinzylinder können durch eine Halbkugelkalotte abgeschlossen werden (Fig. 17). Ganz vereinzelt setzen an den kugeligen Aggregaten neue Knospen an. Nicht immer stehen die Lamellen völlig senkrecht auf der Achse, die aus aneinandergereihten kleinen unregelmäßigen Anhydritkryställchen besteht; sie bilden vielmehr häufig, vor allem bei größeren Aggregaten, spitztutenförmige, auch geschweifte Bündel,

Figur 17.



$\frac{1}{2}$ nat. Gr.

deren Hauptachsen allerdings radial ausstrahlen (Fig. 16). Ausnahmsweise sind die Anhydritleisten unter gleichbleibendem spitzen Winkel gegen die Achse geneigt, etwa wie die Blätter eines Palmwedels zum Zweig stehen.

Das Besondere an allen diesen Bildungen ist ihre Größe. Die Länge der Lamellen beträgt kaum weniger als 0,5 cm und steigt bis zu 6 cm. Ihre Breite überschreitet an der Peripherie nur selten 2 mm. In Richtung der Dornsteinachse wurde eine Länge der Bildungen von 7 cm gemessen; doch mag damit das Maximum noch nicht erreicht sein.

Mehrere Dünnschliffe zeigten übereinstimmend, daß die optische Orientierung dieser posthumen Anhydritlamellen eine andere ist als im Hauptanhydrit. Hier sind die Fasern nach der Richtung der kleinsten Elasticität gestreckt, während im Hauptanhydrit die Leisten nach der Achse der größten Elasticität gewachsen sind.

Die voll ausgeformten Krystalleisten sind anscheinend stets durch das Pinakoid begrenzt, das manchmal deutliche Streifung zeigt. Je nach der Größe dieser Flächen ergeben sich mehr oder weniger gerundete Mäntel der Aggregate. Ähnliche konzentrisch glatte Flächen werden durch die entsprechende Spaltbarkeit erzeugt. Dieses zonare Wachstum zusammen mit der Radialstrahligkeit erzeugt Glaskopfstruktur, wie sie am ähnlichsten der Xanthosiderit zeigt. Die weißgefärbten Bildungen zeigen, wie manchmal ähnlich die Dornsteinaggregate im Hauptanhydrit, gelegentlich konzentrische, meist nicht scharf begrenzte Ringe, die abwechselnd durchscheinend und fast opak sind. Die Ringe können in Flecken von weißer, auch gelblicher bis schwach rosaroter Farbe aufgelöst sein. Auch regellose Flecken und einzelne opake Leisten treten in durchsichtiger Nachbarschaft auf. Die Beobachtung unter dem Mikroskop ergibt, daß die Absorption des Lichtes in den opaken Partien durch engliegende Spaltrisse und außerdem manchmal noch durch skelettförmiges Wachstum des Anhydrits bewirkt wird.

Die Größe und Auslöschung der Anhydritindividuen wird durch diese Erscheinungen nicht beeinflußt.

Mit dem radialstrahlig struierten Anhydrit fest verwachsen und wohl gleichzeitig mit ihm ausgeschieden sind derbe, reinweiße Anhydritpartien.

3. Steinsalz.

Auf Hohenzollern kommen im Süden der 680 m-Sohle Steinsalzkrystalle auf Spalten des Älteren Steinsalzes vor, die ursprünglich mit gesättigter Chlormagnesiumlauge erfüllt waren, in der nach Angabe der Werksverwaltung 0,6—0,8 v. H. Brom nachgewiesen wurde. Die Krystalle sind meist klar, selten milchig getrübt. Sie sind in Richtung der verschiedenen Achsen ungleichmäßig gewachsen, so daß statt isometrischer anscheinend rhombische Formen zustande gekommen sind. DieKantenlänge mißt bis 5 cm. Auf den Würfelflächen sind Ätzfiguren nach dem Pyramidenwürfel zu beobachten. Die Abstumpfung der Würfelecken durch das Octaeder ist häufig; diese Flächen sind nie sehr groß.

Auf der 682 m-Sohle von Desdemona wurden in einer Zone, in der der posthume Dornsteinanhydrit auftritt, offene Drusen von 3—8 cm Durchmesser beobachtet, die mit kleinen Steinsalzkryställchen ausgekleidet sind. Diese messen 1 bis 3 mm und haben ebenfalls die Tracht (100), (111); sie sind in größeren Partien einheitlich orientiert. Bemerkenswert sind Ablaugungserscheinungen: Die Kryställchen werden meist aus treppenförmig abgesetzten, zum Teil sehr dünnen Spaltplättchen aufgebaut, wobei Pyramiden-, seltener Kesselformen zustande kommen. Die einzelnen Plättchen haben gerundete Ränder. Vor allem sind die Ecken und Kanten der Würfel gewölbt, während daneben die Octaederflächen häufig eben bleiben.

Erwähnenswert ist, daß blaues Steinsalz auf unseren Gruben recht selten ist. Mir ist nur je ein Fundpunkt auf Frischglück und Desdemona bekannt geworden.

4. Carnallit.

Im posthumen Krystallsalz von Desdemona (475 m-Sohle, Norden) sind kleine (0,5—5 mm große) farblose Carnallitkrystalle eingewachsen. Die kleinen Individuen haben länglich gerundeten sechsseitigen Querschnitt und sind zu Zügen angeordnet, die unter gekreuzten Nicolls ungefähr gleichzeitig auslöschen. Die größeren Individuen, die häufig durch bituminösen Ton verunreinigt sind, werden von zahllosen kleinen Flächen begrenzt, deren genaue Bestimmung nicht möglich war. In demselben posthumen Steinsalz sind kleine Anhydritkryställchen eingewachsen. — Weingelbe Carnallitkrystalle, wie sie von Beienrode bekannt sind, wurden auf einer Kluft im Grauen Salzton von Frischglück angetroffen.

Aus der Fülle der übrigen posthumen Salzvorkommen sei bemerkt, daß in dem glasklaren Carnallit, mit dem so häufig Spalten ausgeheilt sind, nicht selten Steinsalzkrystalle vorkommen, und daß lokal im Trümmerhauptsalz posthume Sylvinnester auskrystallisiert sind.

B. Metasomatische Umsetzungen.

1. Im Hartsalzlager.

Das Hartsalz, daß normal aus Steinsalz, Sylvin und Kieserit zusammengesetzt wird, ist auf Hohenzollern auf große Erstreckung und auf der 675 m-Sohle von Frischglück in zwei kleineren, voneinander getrennten Zonen durch eine Kombination Langbeinit-Steinsalz ersetzt. Die Langbeinitzonen sind auf den Zeichnungen besonders ausgeschieden. Gewöhnlich ist das ganze Profil des Hartsalzes verdrängt; doch ist gelegentlich unter oder innerhalb der Langbeinitzone noch normales Hartsalz vorhanden. (Dieser Langbeinit ist vom Langbeinitfuß zu unterscheiden.) Der Übergang vom normalen Hartsalz zum Langbeinit-Steinsalz ist auf Hohenzollern besonders häufig zu beobachten. In der Fortsetzung der feinkörnigen Kieseritbänke des Hartsalzes liegen große Langbeinitkrystalle im Steinsalz zu Zügen angeordnet (s. Phot. 12 auf Tafel VI). Der Lang-

beinit kommt aber auch in unregelmäßig begrenzten Formen vor, die zusammenhängende Bänkchen von 5—10 cm Dicke bilden können. Diese Lagen lösen sich nicht selten in isoliert liegende Krystalle auf. Gelegentlich beobachtet man auch unregelmäßig maschige Verwachsung von Langbeinit und Steinsalz. Die Krystalle sind Tetraeder (mit Kantenlängen bis 15 cm), die an den Stößen der Strecken und Abbaue mit drei- oder viereckigen Querschnitten hervortreten (s. Taf. VI, Phot. 12). Meistens sind die Krystallflächen nicht glatt; nur an einem Punkt habe ich auf Frischglück schöne flächenreiche Krystalle gefunden. Der Langbeinit ist größtenteils klargelb, selten auch rot gefärbt und rein; das benachbarte Steinsalz ist dafür durch hohen Tongehalt ausgezeichnet und sieht dunkel aus. An der Grenze der Langbeinitkrystalle liegt gewöhnlich eine dünne weiße Haut, die selten dickere Fladen bildet. Diese bestehen, wie eine Analyse von KLÜSS ergab, aus:

MgO	39,61	B_2O_3	24,81
CaO	1,30	SO_3	7,45
Fe_2O_3	0,48	SiO_2	2,52
Al_2O_3	0,39	H_2O	12,87
K_2O	1,47	Organ.	0,75
Na_2O	7,79		

Die Umrechnung ergibt, daß die Masse anscheinend in der Hauptsache aus Boracit und der Verbindung $Mg(OH)_2$ (Brucit) besteht[1]).

In dem Salz der Frischglücker Zonen macht sich beim Zerschlagen ein bituminöser Geruch bemerkbar; im Zusammenhang mit dem Bitumen steht wohl das Auftreten von kleinen Körnern von gediegenem Schwefel.

In den Langbeinitzonen kommen milchig getrübte Sylvinmengen örtlich häufig vor; als Seltenheit sind voll ausgebildete, weiße oder hellrosa gefärbte, in Langbeinit liegende Steinsalzkrystalle zu erwähnen.

[1]) Das Material war durch die Analyse aufgebraucht, sodaß mineralogische Untersuchungen nicht angestellt werden konnten.

Die Langbeinitkörper sind vielfach wieder in Kieserit umgewandelt, der, was hervorzuheben ist, in diesen Pseudomorphosen stets grobkörnig ist. Die Kieseritindividuen haben 0,1 bis 1 mm Korngröße. Eine Folge dieser Verdrängung ist, daß man nicht selten feinkörnige Kieseritschnüre in Lagen von (meist kantigen) grobkörnigen Kieseritbrocken übergehen sieht. Verschiedene Stadien der Pseudomorphosenbildung sind zu beobachten. Zunächst erobert der weiße Kieserit die Ränder der Krystalle (s. Phot. 13 und 14 auf Tafel VII). Bei dem weiteren Ersatz wird die ursprüngliche Form der Langbeinitkörper verwischt (s. Tafel VIII, Phot. 15). Die Volumenschrumpfung bei der Umwandlung von Langbeinit in Kieserit erzeugt Hohlräume, die von rotem, auch weißem Sylvin erfüllt werden, der ausnahmsweise einheitlich orientiert ist. Im Anfange der Umbildung liegt der Sylvin in 1—2 mm starken Plättchen an den ursprünglichen Krystallflächen, ragt aber in den Langbeinit häufig unregelmäßig hinein. Weiterhin ist die Verteilung zumeist ungesetzmäßig. Nur an einzelnen Punkten wechseln in dem ganzen ursprünglichen Langbeinitkörper parallele oder zu der Körperumgrenzung konzentrisch angeordnete Lagen von 2—3 mm starkem Kieserit und 1 mm dickem Sylvin (s. Tafel VIII, Phot. 16). Die Kieseritpseudomorphosen finden sich zum größeren Teil in der hangenden Partie des ursprünglichen Hartsalzhorizontes. Häufig liegen, wie z. T. auch aus dem Grundriß der 650 m-Sohle und aus dem Hauptprofil von Hohenzollern (Anlage 1) ersichtlich wird, folgende Zonen übereinander: 1. Zone mit reinem Langbeinit, 2. Zone mit randlich kieseritisiertem Langbeinit, 3. Zone, in der der Langbeinit vollständig in Kieserit und Sylvin zersetzt ist. Oder man beobachtet über einer liegenden Zone mit feinkörnigen Kieseritlagen eine Zone von rückgebildetem Hartsalz mit brockenförmigen Aggregaten von grobkörnigem Kieserit. Doch ist anderorts, wenn auch in geringerem Umfange, die Reihenfolge umgekehrt (so vielfach im Niveau der 660 m-Sohle von Hohenzollern). Man findet auch normale Hartsalz-

partien mitten in rückgebildetem Hartsalz oder Kieseritpseudomorphosen am Liegenden des Hartsalzes oder gar inmitten von feinkörnigen Kieseritschnüren.

Aus der Tatsache, daß die Langbeinitisierung das Hartsalz in mehr oder weniger unregelmäßigen Partien ergriffen hat und daß in den Langbeinitzonen noch ursprüngliches Hartsalz vorkommt, geht mit einiger Wahrscheinlichkeit hervor, daß diese Umsetzung erst in dem fertig gebildeten Hartsalz erfolgte, wie das EVERDING[1]) früher schon ausgesprochen hat. Schematisch müßte sich der Vorgang nach der Formel $2\,KCl + 2\,MgSO_4 \cdot H_2O = K_2SO_4 \cdot MgSO_4 + MgCl_2 + 2H_2O$ abgespielt haben. Es muß also gleichzeitig eine Abwanderung von Chlormagnesium und in Verbindung damit wohl auch von Chlorkalium erfolgt sein, denn in den Langbeinitzonen ist der Kaligehalt geringer als im Hartsalz, sofern nicht durch jüngere Sylvinabsätze weitere Verschiebungen eingetreten sind. Bei der gedachten Metasomatose muß eine vollständige Umkrystallisation des Hartsalzes stattgefunden haben, und aus dieser sind die großen Langbeinitkrystalle und -aggregate und zugleich die scharfe Differenzierung von reinen und tonigen Partien hervorgegangen.

Während sich auf unseren Gruben ein Zusammenhang der Hartsalzbildung mit der Tektonik nicht nachweisen läßt, liegen die Verhältnisse der Langbeinitisierung etwas anders. Langbeinitzonen finden sich nur im hangendsten Sattelflügel des Salzgebirges direkt unter der Salzton-Hauptanhydritbedeckung, wo sich ein Laugenzutritt ohne weiteres denken läßt. (Allerdings ist das Vorkommen von Hartsalz in den liegenden Falten nur beschränkt, so daß die Vergleichsmöglichkeiten nur gering sind.) Beweise einer Zerklüftung des Hauptanhydrits und des Grauen Salztons liegen auf Hohenzollern vor; auf Frischglück erstreckt sich die eine Langbeinitzone 30 m zu beiden Seiten der ersten südlichen Querstörung.

Allerdings wäre aus der Tatsache, daß die Lagen des

[1]) H. EVERDING, Abh. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst., N. F., 52.

Langbeinits örtlich weiter zertrümmert und die Klüfte mit Sylvin und Steinsalz ausgeheilt sind, zu folgern, daß nach der Langbeinitisierung noch einmal eine Bewegung durch die Salzmassen ging.

Die Bildung der Pseudomorphosen von Kieserit und Sylvin nach Langbeinit, durch die die Salzkombination des ursprünglichen Hartsalzes, allerdings in anderem Gefüge, wieder hergestellt wurde, kann natürlich erst nach der Langbeinitisierung, und zwar bei einer Zufuhr von Chlormagnesium vor sich gegangen sein. Die unregelmäßige Verteilung der Pseudomorphosen macht die Annahme einer Durchtränkung von willkürlich verlaufenden Spalten aus wahrscheinlich. Auf Klüften des Hauptanhydrits zirkulieren heute noch geringe Mengen gesättigter Chlormagnesiumlauge.

Wodurch die zu diesen Prozessen notwendigen hohen Temperaturen erzeugt wurden, ob etwa durch den Druck des auflastenden Deckgebirges oder durch tektonischen Druck, ist nicht sicher zu entscheiden.

2. In Anhydriten.

Der Anhydrit verschiedener Horizonte ist auf allen drei Gruben häufig, wenn auch meist in beschränktem Umfang durch Sylvin oder durch Carnallit verdrängt; daneben tritt in solchen Partien Kieserit und auch Polyhalit auf. Bei dieser Metasomatose pflegt eine Umkrystallisation des Anhydrits zu grobspätigen Massen stattzufinden. Die umgewandelten Partien des Hauptanhydrits sind auf den Zeichnungen mit einer besonderen Signatur versehen. Eine genaue Darstellung dieser Verhältnisse gedenke ich demnächst an anderer Stelle zu geben.

Anhang.

Tabellen der Tiefbohrungen und Schächte.

Kalisalzbohrungen auf Blatt Gross-Freden.

(In der Reihenfolge von SO nach NW.)

1. Bohrung Saschashall auf dem Helleberg bei Wetteborn südöstlich von Groß-Freden.

(Quelle: Akten der Königl. Geologischen Landesanstalt.)

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
0— 83,00	Buntsandstein	Mittl. Buntsandstein
83,00— 85,00	Sand (?)	»
95,00—390,00	z. T. grobkörniger Buntsandstein mit roten und blauen Letten	»
390,00—701,00	Rote und blaue Letten mit Sandsteinschichten und Gipsschnüren; bei 572 und 665 m Dolomitschichten	Unt. Buntsandstein
701,00—767,00	Rote Letten mit Anhydrit, zuletzt mit starken Dolomitschichten	Ob. Zechsteinletten (?)

Einfallen 45—50°.

2. Fiskalisches Bohrloch bei Winzenburg.

(S. a. Anlage 6.)

(Quelle: Akten der Königl. Geologischen Landesanstalt)

0—499,00	Buntsandstein mit roten Schieferletten und Gips. Bei ca. 350 m Rogensteinbänke	Unt. Buntsandstein
499,00—499,60	Gips	Ob. Zechsteinletten
499,60—540,00	Roter und blauer Ton	»
540,00—540,80	Anhydrit mit Steinsalzspuren	»
540,80—546,60	Rötliches Steinsalz mit Anhydritschnüren	Jüngst. Steinsalz
546,60—548,50	Anhydrit mit Steinsalz	Pegmatitanhydrit
548,50—582,00	Roter Salzton, rosa Letten mit Steinsalz	Roter Salzton
582,00—832,00	Buntes Steinsalz mit Anhydritstreifen, zu oberst stark tonig Zwischen 641 und 675 drei mit Steinsalz verwachsene Anhydritbänke von 1—2 m Stärke	Jüngeres Steinsalz

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
832,00—914,30	Anhydrit	Hauptanhydrit
914,30—918,40	Grauer Salzton	Grauer Salzton
918,40—932,00	Carnallit	Kalilager
932,00-1131,58	Steinsalz, angeblich Älteres	Älteres Steinsalz

Einfallen 45—50°.

3. Schachtprofil von Hohenzollern.

(Nach einer Werkszeichnung.) (S. auch Anlage 1 und 6.)

0— 9,00	Lehm und Gerölle	Quartär
9,00—145,22	Buntsandstein mit Gipsschnüren durchsetzt; bei 96 m Rogensteinbank. Einfallen 45—50° nach NO	Unt. Buntsandstein
145,22—146,22	Fester, trockner Gips mit roten und blauen Lettenschichten, wellenförmig gelagert	
146,22—147,22	Unregelmäßig geschichtetes Gebirge, bestehend aus Gips, Letten und Anhydrit	
147,22—175,00	Geschlossener Anhydrit. Einfallen 45—55° nach W und SW	Hauptanhydrit z. T. vergipst
175,00—223,00	Geschlossener Gips	
223,00—262,57	Kompakter Anhydrit mit Gips durchsetzt	
262,57—271,50	Salzton, Einfallen 35—50° nach NO	Grauer Salzton (die Anhydritlagen vergipst)
271,50—281,00	Salzton mit Einlagerungen von Gipsbänken	
281,00—282,57	Anhydrit mit Gips durchwachsen .	Auslaugungsresiduen von Älterem Steinsalz
282,57—720,00	Steinsalz mit Streifen von Hauptsalz und Rotem Salzton und Anhydritbrocken. Obere Grenze des Steinsalzes mit 21° nach W geneigt	s. Profil 1, Anlage 1

Die auf dem Schachtansatzpunkt vorher geteufte Tiefbohrung I gibt weiter bis 1000,00 m graues Steinsalz mit zahlreichen Anhydritschnüren abwechselnd an (Älteres Steinsalz). Doch weicht die Tiefbohrung auf der 680 m Sohle schon um etwa 12 m von der Vertikalen nach Osten ab.

4. Flache Bohrung westlich des Schachtes.

(Quelle: v. Koenen, Zeitschrift f. prakt. Geol. 1905, und Erläuterungen zu Blatt Groß-Freden, S. 3—4)

(S. auch Profil auf Anlage 6.)

0— 9,00	Lehm und Gerölle
9,00— 25,00	Zechsteindolomite
25,00— 30,00	Roter Ton (Spaltenausfüllung?)
30,00— 72,00	Unterer Buntsandstein

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
72,00— 98,00	Gips	
98,00—102,00	Roter Ton (Spaltenausfüllung?)	
102,00—111,00	Dunkler Zechsteindolomit	
111,00—115,00	Roter Ton (Spaltenausfüllung?)	
115,00—240,00	Unterer Buntsandstein	
240,00—252,00	Anhydrit	

Alles mit steilem Einfallen bis zu 85° und vielfach gestört.

5. Bohrloch Meimerhausen IV (Ansatzpunkt des Schachtes Meimerhausen), südlich der Eisumer Mühle.

(Quelle: Werksverwaltung.)

0— 8,00	Lehm	Buntsandsteinschutt
8,00—189,25	Buntsandstein, z. T. mit roten Letten und Gipsspuren	Unt. Buntsandstein u. Residualletten
189,25—248,00	Gips und Anhydrit, bei 232 m mit Salztonlagen	Hauptanhydrit (?)
248,00—253,40	Salzton	Grauer Salzton
253,40—299,00	Steinsalz, oben mit Ablaugungsdiskordanz	Ält. Steinsalz (?)
299,00—305,70	Carnallit	
305,70—326,65	Steinsalz	
326,65—327,80	Carnallit	
327,80—367,75	Steinsalz, z. T. mit Anhydrit durchsetzt	
367,75—398,50	Steinsalz	
398,50—399,50	Carnallit	
399,50—401,30	Steinsalz	
401,30—402,90	Carnallit	
402,90—603,70	Steinsalz	

6. Bohrloch Meimerhausen III, nördlich der Eisumer Mühle.

(Quelle: Werksverwaltung).

0—450,20	Roter Sandstein mit bunten Letten und Gipsschnüren (75° Einfallen)	Unt. Buntsandstein
450,20—462,70	Bunte, sandige Letten mit Gips- und Salzeinsprengungen (55° Einfallen) .	Ob. Zechsteinletten
462,70—575,50	Steinsalz, z. T. mit Anhydritschnüren, zu oberst mit Letten durchsetzt (50° Einfallen)	Jüng. Steinsalz
575,50—594,20	z. T. zerklüfteter Anhydrit; bei 586 m 2—3 m Salzton (15° Einfallen)	Hauptanhydrit u. Grauer Salzton
594,20—622,90	Carnallit (15° Einfallen)	Älteres Kalilager
622,90—688,60	Älteres Steinsalz (65° Einfallen)	Älteres Steinsalz

7. Bohrloch Meimerhausen II, nördlich vom Dorf Meimerhausen.

(S. auch Profil 2 auf Anlage 7.)

(Quelle: Kloos, Festschrift zur 69. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, 1897; und v. Koenen, Erläuterungen zu Blatt Groß-Freden.)

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
0— 17,00	Lehm, Sand, Gehängeschutt	Quartär
17,00— 75,00	Buntsandstein mit Letten und Gips .	Unt. Buntsandstein und Residualletten
75,00—164,00	Gips und Anhydrit	Hauptanhydrit
164,00—174,00	Salzton	Grauer Salzton
174,00—195,00	Unreiner, toniger Gips . . .	Auslaugungsrückstände der Älteren Salzfolge
195,00—506,00	Graues Steinsalz mit wenigen Anhydritbänken, z. T. mit flockenartig verteiltem Anhydrit, abwechselnd hell oder dunkler gefärbt, durchweg kalihaltig	Älter. (?) Steinsalz
506,00—525,00	Carnallit	
525,00—532,00	Hellrotes Steinsalz	Jüng. Steinsalz
532,00—540,50	Carnallit, Sylvinit und Steinsalz (25° Einfallen)	
540,50—559,20	Rötliches und gelbliches Steinsalz (35° Einfallen	
559,20—560,00	Anhydrit, dicht dunkel gefärbt (45° Einfallen)	Mantelanhydrit?
560,00—561,00	Zerriebener, schiefriger Ton von schwarzer und brauner Farbe, mit vielen Rutschflächen und Spiegeln, sieht dem Gangtonschiefer ähnlich (60° Einfallen) . . .	Sattelstörung
561,00—593,00	Platten von quarzitischem Buntsandstein, etwas kalkhaltig, mit grünlichen Lettenschiefern wechsellagernd (40° Einf.) .	Unt. (?) Buntsandstein

Kalisalzbohrungen auf Blatt Alfeld.

8. Bohrung Alfeld I, westlich von Alfeld am Südhang des Rothenberges angesetzt.

(Nach Untersuchung der Bohrkerne durch den Verfasser.)

Bis ca. 235,00	Grobkörniger und feinkörniger Sandstein mit Lettenlagen (30° Einfallen) . . .	Mittl. Buntsandstein
235,00—380,00	Feinkörniger Sandstein, vielfach kalkhaltig (20° Einfallen)	Unt. Buntsandstein
380,00—393,00	dgl. (45° Einfallen)	»
393,00—410,00	dgl. (20° Einfallen), bei 400 m sehr viele Harnische	»

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
410,00—415,00	Roter Letten voller Harnische	
415,00—508,00	Feinkörniger, roter Sandstein (30° Einfallen)	Unt. Buntsandstein
508,00—570,00	Roter Letten mit zahllosen Harnischen, bei 508, 523, 529, 539, 545 und 548 Störungen von je etwa 1 m	Röt
570,00—588,00	Grünlichgraue Schieferletten (20° Einfall.)	»
588,00—607,00	Grobkörniger Sandstein	Mittl. Buntsandstein
607,00—667,00	Feinkörniger Sandstein (zwischen 630 und 660 sehr viel Harnische)	»
667,00—680,00	Grobkörniger Sandstein mit einzelnen Lettenlagen	»

9. Bohrung Alfeld II, östlich der Bohrung Alfeld I.

(Nach Untersuchungen der Bohrkerne durch O. Grupe und den Verfasser.)

0— 24,80	Lehm, Sand und Schotter	Diluvium
24,80—340,00	Rote, feinkörnige Sandsteine mit Bänken von Kalksandstein (30° Einfallen) . .	Unt. Buntsandstein
340,00—390,00	Geschichtete rote und grüne, glimmerführende Letten mit einzelnen kalkhaltigen Sandsteinschichten (15-20° Einfallen)	Röt
390,00—570,00	Feinkörnige und grobkörnige Sandsteine mit glimmerreichen Lettenlagen, mit *Gervillia Murchisoni* Gein. (Einfallen bis ca. 500 m 15—20°, bei 544 und 555 m 50°; bei 564 m Störungen)	Mittl. Buntsandstein

Kalisalzbohrungen auf Blatt Gronau (Hann.).

(Reihenfolge von SO nach NW).

A. Bohrungen im Felde von Desdemona.

10. Bohrung Dehnsen III, nördlich vom Dorfe Limmer.

(Nach Werksangaben, mit Zusätzen nach der Zeitschrift »Industrie«).

0— 4,00	Quartär	
4,00—168,00	Unterer Buntsandstein, bei 120 m Rogensteinbank, 35—40° Einfallen (nach NO?)	
168,00—170,00	Spaltenausfüllung, 65° Einfallen	
170,00—246,00	Unterer Buntsandstein, 30° Einfallen	
246,00—272,50	Rote, salzhaltige Letten mit Gips und Anhydriteinlagerungen	Ob. Zechsteinletten
272,50—276,70	Gips und Anhydrit	Auslaugungsresiduen
276,70—492,00	Graues Steinsalz mit flockenartig verteiltem Anhydrit. Oberfläche mit 15° geneigt	Älteres Steinsalz

11. Bohrung Godenau I, südöstlich von Schacht I Desdemona.

(Nach Untersuchungen der Bohrkerne durch den Verfasser).

(s. auch Anlage 6).

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
0— 20,20	Lehm, Ton, Sand, Kies	Quartär
20,20—135,90	Graue Letten mit Gipsschnüren und festen, feingeschichten Kalkbänken. Einfallen 45—70—90° . .	Mittl. Muschelkalk od. Steinmergelkeuper
135,90—148,00	Rote Letten mit Gips, stark zertrümmert, mit Harnischen	Röt od. Gipskeuper
148,00—216,00	Feinkörniger Sandstein, zertrümmert. Einfallen 20—40°	Unt. Buntsandstein
216,00—251,00	Breccie von roten Sandsteinbrocken und grauen Letten mit tonigem Gips . . .	Einsturzbreccie
251,00—264,80	Grauer, toniger Gips mit Zwischenlagen von rotem, gipshaltigem Ton, mit welligen Schichtfugen, 5—20° Einfallen	Auslaugungsresiduen des Salzes

12. Schacht II Desdemona.

Der Schacht II wurde auf der Bohrung Godenau II niedergebracht, die selber aber nur bis 226 m reichte.

(Nach Untersuchungen der Bohrkerne und Schachtproben durch den Verfasser).

0—192,00	Feinkörniger, z. T. kalkhaltiger Sandstein	Unt. Buntsandstein
192,00—208,00	Hellrote massige, salzhaltige Letten mit rosafarbenen Gipsbänken	Ob. Zechsteinletten
208,00—339,00	Blaßrosa bis reinweiß gefärbtes Steinsalz, zwischen 200 und 260 m sehr viel Roter Ton	Jüngstes Steinsalz
339,00—340,00	Anhydrit, zellig mit Steinsalz	Pegmatitanhydrit
340,00—356,00	Roter Salzton, z. T. grün gefärbt . . .	Roter Salzton
356,00—357,00	Zelliger Anhydrit mit Steinsalz	Pegmatitanhydrit
357,00—374,00	Rotes Steinsalz mit Anhydritflocken und Tonbrocken	Jüngeres Steinsalz
374,00—377,00	Blaßrosarotes, lockerkörniges Steinsalz	Jüngstes Steinsalz
377,00—410,00	Rotes, anhydritgestreiftes Steinsalz zu oberst mit Tonbrocken, 3 Anhydritbänke bei 381, 384 und 387 m	Jüngeres Steinsalz
410,00—411,00	Anhydrit	Hauptanhydrit
411,00—413,00	Steinsalz mit Anhydrit	
413,00—425,00	Anhydrit, z. T. strahlig, z. T. feinkörnig	
425,00—433,00	Anhydrit, z. T. durch Sylvin-Kieserit metasomatisch verdrängt	

13. Profil des Schachts I (Schachtmitte) von Desdemona.

(Nach einer Werkszeichnung, s. auch Anlage 6).

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
0— 13,00	Quartär	
13,00—170,00	Unterer Buntsandstein, Einfallen bis 110 m 20° nach NO, darunter 35° nach SW	
170,00—183,00	Oberer Zechsteinletten, 40° Einfallen	
183,00—284,00	Jüngstes Steinsalz	
284,00—305,00	Roter Salzton, 50° Einfallen	
305,00—385,00	Jüngeres Steinsalz	
385,00—402,00	Carnallit	
402,00—425,00	Älteres Steinsalz	
425,00—437,00	Carnallit	
437,00—473,00	Jüngeres Steinsalz	
473,00—484,00	Carnallit	
484,00—713,00	Graues, Älteres Steinsalz	
713,00—715,50	Carnallit und Hartsalz	
715,50—854,00	Steinsalz (45—55° Einfallen)	Ergebnis der Bohrung Dehnsen II, auf der der Schacht nur bis 700 m geteuft ist
854,00—855,00	Carnallit	
855,00—870,00	Jüngeres (?) Steinsalz	
870,00—873,00	Anhydrit (Mantelanhydrit?)	
873,00—875,00	Spaltenausfüllung, 25—30° Einfallen	
875,00—900,00	Mittlerer Buntsandstein	

14. Bohrung Dehnsen IV, westlich vom Schacht Desdemona.

(Nach einer Werkzeichnung, s. auch Anlage 6).

0— 13,00	Quartär	
13,00— 35,00	Unterer Buntsandstein	
35,00— 37,00	Spaltenausfüllung	
37,00—278,00	Unterer Buntsandstein (35—40° Einfallen)	
278,00—303,00	Oberer Zechsteinletten (45° Einfallen)	
303,00—412,00	Jüngstes Steinsalz	
412,00—413,40	Anhydrit	Pegmatitanhydrit?
413,40—419,00	Steinsalz	
419,00—474,00	Roter Salzton	
474,00—495,00	Buntes Steinsalz	
495,00—504,00	Roter Salzton	
504,00—640,00	Buntes Jüngeres Steinsalz, mit Anhydriteinlagerungen, zuletzt mit 55° Einfallen	
640,00—670,00	Anhydrit, mit Sylvin und Hartsalz durchsetzt	umgewandelter Hauptanhydrit
670,00—691,00	Buntes Steinsalz	
691,00—736,00	Anhydrit	Hauptanhydrit

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
736,00—736,50	Carnallit	
736,50—851,30	Graues Steinsalz (20° Einfallen)	
851,30—859,00	Carnallit (20° Einfallen)	
859,00—872,60	Buntes Steinsalz (10° Einfallen)	
872,60—874,40	Anhydrit	Mantelanhydrit?
874,40—876,00	Spaltenausfüllung	
876,00—891,00	Mittlerer Buntsandstein (10° Einfallen)	

Proben dieses Buntsandsteins, die s. Zt. an die Königliche Geologische Landesanstalt gesandt wurden, hat E. Zimmermann untersucht und, wie folgt, beschrieben: bei ca. 885 m dunkelrotes Tongestein mit Gipsadern; bei ca. 900 m dunkelroter, glimmerreicher Sandstein mit Trockenrissen, Buntsandstein; bei ca. 900 m graues, schwach rötliches sand- und glimmerreiches Tongestein (kalkfrei). (Alle Kerne sind salzhaltig.)

15. Bohrung Dehnsen I, nordöstlich vom Schacht Desdemona.

(Nach Kloos, Festschrift, mit Zusätzen nach Akten der Königl. Geologischen Landesanstalt.)

0— 20,00	Quartär	
20,00—470,00	Sandstein und Letten, von 230—250 m stark gestaut, jedenfalls zum größten Teil dem Unteren Buntsandstein angehörend, Einfallen 35°	Unt. Buntsandstein
470,00—486,00	Salzton	Ob. Zechsteinletten
486,00—498,00	Buntes Steinsalz	Jüngstes Steinsalz
498,00—524,00	Salzton	Roter Salzton
524,00—560,00	Dunkel- und hellrotes (Jüngeres) Steinsalz mit Anhydrit- und Salztoneinlagerungen	Jüngeres Steinsalz
560,00—569,00	Salzton	Roter Salzton
569,00—652,00	Hell- und dunkelrotes Steinsalz mit Anhydrit und Salztoneinlagerungen . .	Jüngeres Steinsalz
652,00—701,50	Anhydrit mit Carnalliteinsprengungen und mit Steinsalz durchsetzt	Hauptanhydrit
701,50—704,50	Carnallit	
704,50—740,00	Steinsalz	
740,00—740,50	Carnallit	
740,50—800,00	Schmutzigrotes Steinsalz mit Anhydriteinlagerungen	
800,00—807,00	Carnallit, gegen das Liegende der Einlagerung vorwiegend Sylvin	
807,00—852,90	Steinsalz, grau mit flockenartig verteiltem Anhydrit	Älteres Steinsalz?
852,90—876,50	Carnallit mit mehreren starken Einlagerungen von Steinsalz	
876,50—880,50	Steinsalz	

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
880,50—881,70	Anhydrit	Mantelanhydrit?
881,70—882,40	Ton von vorwiegend grüner Farbe mit vielen Quetsch- und Rutschflächen, Einfallen 25—30°	Spaltenausfüllung
882,40—919,00	Buntsandstein, Einfallen 10°	Mittl. Buntsandstein

Von diesem Buntsandstein sagt Kloos, daß er mit rotem, grüngetupften Lettenschiefer wechsellagert und etwas kalkhaltig ist, trotzdem aber nach Analogie mit anderen Bohrlöchern in der Provinz Hannover einem recht hohen Niveau des Buntsandsteins angehört.

Zwei Kerne, die an die Königliche Geologische Landesanstalt gelangten, hat E. Zimmermann untersucht: Bei 900 m feinkörniger, rosafarbener, z. T. weißgrauer Sandstein mit Fasersteinsalztrümmern. Etwas tiefer: feinkörniger Buntsandstein mit horizontaler Lage dunkelroter Tongallen. Diese Tongallen sind salzhaltig.

16. Bohrloch V, südwestlich vom Dorf Brüggen.

(Nach Werksangaben).

0— 13,00	Diluvium	
13,00—467,80	Mittlerer und Unterer Buntsandstein	

B. Bohrungen im Felde von Frischglück.

17. Bohrung Neu Hohenzollern II, südlich vom Flecken Banteln.

(Nach Werksangaben.)

0— 1,00	Muttererde	Diluvium
1,00— 12,00	Grauer Ton	»
12,00— 17,00	Grauer Ton mit Geröllen	»
17,00—100,00	Roter und blauer Ton mit Gipsschnüren und Gipsbänken	Röt (?)
100,00—145,00	Roter und blauer Ton mit Gips	»
145,00—166,00	Roter und grauer Ton, Gips, Gerölle und Sand	Auslaugungsresiduen?
166,00—197,00	Roter Ton mit Gips und blauen Letten	»
197,00—334,00	Graues und rosarotes Steinsalz mit Kieseritschnüren	Jüngstes Steinsalz
334,00—346,00	Anhydrit mit Salz und blaue und rote Letten	Pegmatitanhydrit u. Roter Salzton
346,00—386,00	Roter und blauer Ton mit Steinsalz und Carnallitschmitzen	
386,00—557,00	Graues und hellrotes Steinsalz mit Anhydrit- und Kieserit- (?) Schnüren, zu oberst mit Ton	Jüngeres Steinsalz
557,00—558,00	Grauer Anhydrit mit Steinsalz	
558,00—560,00	Blaßrotes Steinsalz (30° Einfallen)	

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
560,00—613,50	Blaugrauer Anhydrit (30—40° Einfallen)	Hauptanhydrit, anscheinend etwas gestört
613,50—614,00	Rotes Steinsalz (Spaltenausfüllung)	
614,00—626,50	Blaugrauer Anhydrit	
626,50—628,00	Blaue Letten mit Carnallitspuren (45° Einfallen)	
628,00—629,00	Grauer Anhydrit mit Carnallitspuren	
629,00—651,50	Graues Steinsalz mit Carnallitspuren	
651,50—776,40	Wechsellagerung von grauem Steinsalz mit Hartsalzbänken	
776,40—809,30	Graues Steinsalz mit Kieserit und Carnallit	
809,30—810,70	Blaugrauer Anhydrit	Mantelanhydrit?
810,70—823,12	Rote und blaue Buntsandsteinletten (0—10° Einfallen). Nach E. Zimmermann: dunkelrotes, lettiges salzhaltiges Tongestein mit weißen Anhydritknöllchen .	Röt (?)

18. Bohrung Neu Hohenzollern I, südwestlich vom Flecken Banteln.

(Nach Werksangaben).

0— 1,00	Muttererde	Diluvium
1,00— 11,00	Weißer Kies	»
11,00— 18,00	Grauer Ton	»
18,00— 58,00	Blauer Ton	Tertiär
58,00— 70,00	Grauer Ton mit Geröllen	»
70,00—125,00	Roter Ton mit Gipsschnüren und eine Gipsbank	Röt?
125,00—195,00	Blauer Schieferton mit Gipsschnüren . .	»
195,00—251,00	Gips und Anhydrit mit Ton . . .	Auslaugungsresiduen?
251,00—295,00	Roter Salzton, zu oberst mit Geröllen .	Roter Salzton?
295,00—688,00	Rosarotes, buntes und graues Steinsalz (25—45° Einfallen) mit 10 blaugrauen Anhydritbänken von 1—6 m Stärke und einer blauen Tonschicht .	Jüng. Steinsalz, ansch. gefaltet
688,00—692,20	Hartsalz	
692,20—697,00	Graues Steinsalz	
697,00—704,70	Hartsalz	
704,70—773,50	Graues Steinsalz mit Kieserit (?) (25° Einfallen)	
773,50—773,80	Sylvinit	
773,80—792,00	Graues Steinsalz	
792,00—795,10	Blaugrauer Anhydrit	Mantelanhydrit?
795,10—796,60	Blaugrauer Schieferton	Überschiebungkluft
796,60—807,00	Blaue und rote Letten mit Gipsspuren	Röt (?)

19. Bohrung Elsbeth, dicht bei Bohr. Neu-Hohenzollern I.

(Nach Werksangaben).

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
0— 0,95	Dammerde	
0,95— 2,30	Lehm mit Steinen	
2,30— 10,15	Kiesgerölle	
10,15— 10,45	Grauer, steiniger fester Ton	
10,45— 13,80	Gelber, fester Mergel	
13,80— 38,60	Blauer, fester Ton	
38,60— 55,80	Grauer, fester Ton, teilweise etwas sandig	
55,80— 75,40	Grauer, fester Ton mit roten Letten	
75,40— 88,00	Kompakter Gips (Einfallen 35—40°)	
88,00— 91,00	Gips wechsellagernd mit roten Letten	
91,00—101,00	Fester, kompakter Gips	
101,50	Feste, rote Buntsandsteinletten	

20. Schacht I Frischglück.

(Nach Werksangaben und Angaben v. Koenens, s. Anlage 6).

0— 2,00	Lehm	Diluvium
2,00— 9,20	Geschiebelehm	»
9,20— 10,30	Schwimmsand, grünlichgrau	Diluvium (?)
10,30— 17,10	Blauer Ton	»
17,10— 35,50	Grüner Sand mit Tonnestern und Konkretionen	Marines Oberoligocän
35,50— 54,70	Grüner Sand mit Schwimmsandnestern (Einfallen 25° nach O)	»
54,70— 55,40	Blauer und roter Ton mit Gipsgeröllen	Auslaugungsresiduen des Oberen Zechsteins oder Röt?
55,40—196,00	Gips und Anhydrit bei 65 m Kluft mit Sand und Geröllen ausgefüllt (Einfallen 15—55° nach W)	
196,00—241,60	Grauer und blauer Ton (Einfallen 45° nach O)	Röt?
241,00—271,00	Roter Ton	»
271,00—271,50	Anhydrit (Einfallen 45° nach O)	
271,50—460,00	Steinsalz, mit 35° nach W einfallend . .	Jüngst. Steinsalz
460,00—461,40	Anhydrit	Pegmatitanhydrit
461,40—478,00	Salzton (Einfallen 20° nach O)	Roter Salzton
478,00—506,00	Steinsalz (Einfallen 20° nach N) . . .	Jüngst Steinsalz (?)
506,00—552,00	Salzton (Einfallen 20° nach W)	Roter Salzton
552,00—673,00	Steinsalz (Einfallen 40° nach SW) mit vier Anhydritbänken von $^1/_2$—3 m Saigerteufe	Jüng. Steinsalz
673,00—765,00	Anhydrit, an der Oberfläche in Kieserit-Sylvin umgewandelt. (Von 680—765 m Bohrung)	Hauptanhydrit

21. Schacht II Frischglück, ca. 200 m südlich vom Schacht I.

(Nach Untersuchung der Schachtproben und Beobachtung während des Teufens durch den Verfasser. S. auch Anlage 6.)

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
0— 12,00	Lehm und Ton	Diluvium
12,00— 17,00	Grüner, glaukonitischer Sand und Ton mit Kalkgeröllen und Braunkohlentrümmern (35—40° Einfallen nach NW).	Mit Bruchstücken von Mollusken und Bryozoen, wahrscheinlich marines Oberoligocän
17,00— 23,00	Grünlichgrauer, glaukonitischer Ton, sandig und sehr kalkhaltig, mit Geröllen von Kalk, Buntsandstein u. Kieselschiefer	
23,00— 65,00	Zerklüfteter Gips mit grauem Ton, zwischen 50 und 63 m mehrere bis 10 cm starke Bänke von dolomitischem Kalk (bei 50 m Einfallen 40° nach W)	Auslaugungsresiduen des Oberen Zechsteins (oder Röt?)
65,00— 70,00	Gips mit feinkörnigem, grauem Anhydrit verwachsen	
70,00— 91,00	Gips mit grauem Ton	
91,00—ca. 117,00	Roter und grüner glimmerführender Letten voller Harnische	Röt
ca. 117,0—ca. 250,0	Grob- und feinkörnige Sandsteine und bunte Letten voller Harnische (bei 120 m Einfallen 40° nach S)	Mittl. Buntsandstein
ca. 250,0—ca. 370,0	Feinkörnige, z. T. kalkhaltige Sandsteine und Letten, voller Harnische .	Unt. Buntsandstein
ca. 370,0—420,0	Massiger, rotbrauner Letten, sandig und fest	Ob. Zechsteinletten
420,00—428,00	Blaßrosa und dunkelrot gefärbtes Steinsalz mit zahlreichen Tonbrocken und Anhydritknöllchen	Jüngstes Steinsalz
428,00—490,00	Roter Salzton, vielfach auch grün, mit Anhydritknöllchen und zahlreichen Steinsalzkrystallen. Bei 451, 463 und 464 m treten 5 cm starke, buntgestreifte Anhydritbänke auf. — Alles außerordentlich stark zertrümmert und mit rotem Steinsalz verkittet Das Steinsalz wiegt stellenweise sogar vor. Von 449—451 m gebändertes Steinsalz	Roter Salzton
490,00—573,00	Vorwiegend blaßrosa gefärbtes Steinsalz	Jüngstes Steinsalz
573,00—578,00	Anhydrit mit Steinsalz in pegmatitischer Verwachsung	Pegmatitanhydrit
578,00—583,00	Roter Salzton mit Anhydritknollen . .	Roter Salzton
583,00—584,00	Anhydrit mit Steinsalz in pegmatitischer Verwachsung	Pegmatitanhydrit
584,00—587,00	Blaßrosa gefärbtes Steinsalz	Jüngstes Steinsalz

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
587,00—592,00	Anhydrit mit Steinsalz in pegmatitischer Verwachsung	Pegmatitanhydrit
592,00—616,00	Roter Salzton	Roter Salzton

22. Vorbohrung für Schacht II.

(Nach Werksangaben.)

0— 0,90	Gelber Lehm
0,90— 1,25	Grauer Ton mit Kies
1,25— 1,80	Roter Ton
1,80— 4,70	Gelber Ton mit Steinen
4,70— 12,50	Brauner Ton mit Steinen
12,50— 13,80	Blauer Ton
13,80— 13,85	Braunkohle
13,85— 20,90	Blauer Ton
20,90— 34,70	Brauner Ton mit Gipsspuren
34,70— 45,10	Brauner, sandiger Ton
45,10— 48,30	Grauer Kies
48,30— 55,00	Blauer Ton
55,00— 80,70	Klüftiger Gips
80,70— 81,20	Brauner Ton
81,20— 81,50	Klüftiger Gips
81,50— 82,00	Ton
82,00— 91,30	Klüftiger Gips mit Ton- und Sandsteinschichten
91,30—100,10	Ton mit Gipsschichten
100,10—114,40	Blauer Ton mit Kalksteineinlagerungen
114,40—127,20	Ton mit Anhydrit- und Sandsteineinlagerungen
127,20—134,20	Klüftiger Sandstein
134,20—159,50	Sandstein mit weichen Schichten

23. Bohrung Eime II, zwischen Schacht I und Schacht II.

(Nach Angaben v. Koenen's, s. auch Anlage 6.)

0— 1,00	Muttererde	Diluvium
1,00— 11,00	Blauer Ton	»
11,00— 44,80	Glaukonitischer Sand und Kalk	Tertiär (marines Oberoligocän)
44,80—132,30	Blauer Ton mit Kalkbänken . . .	Auslaugungsresiduen
132,30—239,00	Roter Ton mit Gips	Buntsandstein
239,00—248,00	Roter Letten und feinkörniger, dünngeschichteter Sandstein	»
248,00—266,00	Gips mit Zwischenlagen von roten Letten, toniger, grobkrystalliner Gips . .	Auslaugungsresiduen
266,00—274,30	Gelbliches und rötliches Steinsalz	
274,30—284,10	Kalisalze	
284,10—317,80	Rotes und graues Steinsalz mit Ton- und Anhydriteinschlüssen	

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
317,80—376,30	Roter Ton mit quarzitischen Bänken, breccienartig, mit vielen Rutschflächen (25—35° Einfallen)	
376,30—392,00	Buntes Steinsalz	
392,00—441,30	Roter Salzton und Gips (?)	Roter Salzton
441,30—538,50	Rosarotes Steinsalz mit Anhydritschnüren	Jüngstes Steinsalz
538,50—542,00	Zelliger Anhydrit mit Steinsalz	Pegmatitanhydrit
542,00—615,00	Roter und grauer Salzton mit Gips (?) (36° Einfallen)	Roter Salzton
615,00—715,00	Rotbuntes Steinsalz mit vier 0,5—1,5 m starken Anhydritbänken, die mit Steinsalz verwachsen sind (20° Einfallen) .	Jüngeres Steinsalz
715,00—751,90	Weißes, grobkrystallines Steinsalz	»
751,90—781,30	Kalisalze mit einer dünnen Steinsalzeinlagerung	
781,30—784,20	Steinsalz, rot und grau	
784,20—784,70	Kalisalze	
784,70—806,00	Graues, gelbliches und rötliches Steinsalz mit Anhydrit	
806,00—808,00	Graugebänderter Anhydrit mit schwarzem Tonschiefer	Mantelanhydrit?
808,00—854,00	Feinkörniger Sandstein mit tonigem Schiefer wechselnd	

Auch von diesem Buntsandstein hat E. Zimmermann einige Proben untersucht: Bei 837 m dunkelroter, glimmer- und tonreicher Sandstein (Buntsandstein); bei 845 m desgl. dünngeschichtet; bei 845 m grauweiße, schwach rötliche Lage sehr glimmerreichen, feinkörnigen Sandsteins. Auch diese Kerne sind etwas salzhaltig.

24. Bohrung Eime I, 400 m westsüdwestlich vom Schacht I Frischglück.

(Nach Werksangaben). (S. Anlage 6).

0— 14,00	Blauer und roter Ton	Röt
14,00—217,30	z. T. fester Sandstein mit Lettenschiefer wechsellagernd	Mittl. Buntsandstein
217,30—561,00	Roter, feinkörniger Sandstein und Lettenschiefer mit Gipseinlagerungen . . .	Unt. Buntsandstein
561,00—616,80	Roter, ungeschichteter Ton mit Rutschflächen, diese mit 45° geneigt. Zwischen 577 und 581 m lose Gesteinstrümmer .	Ob. Zechsteinletten?
616,80—666,40	Bunte Letten, dünne Sandsteinbänke, salziger Ton mit Anhydrit (15° Einfallen)	
666,40—670,10	Rotes Steinsalz mit Ton	
670,10—698,00	Salzton mit viel Steinsalz	

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
698,00—758,10	Rosarotes Steinsalz mit Anhydritschnüren (33° Einfallen)	Jüngstes Steinsalz
758,10—790,00	Salzton mit Anhydrit und viel Steinsalz	Roter Salzton
790,00—792,00	Steinsalz mit Ton	Jüngeres Steinsalz
792,00—855,60	Rotes und bräunliches Steinsalz mit Anhydrit	»
855,60—865,60	Kalisalze mit dünner bräunlicher Steinsalzbank	Älteres Kalilager
865,60—882,30	Graues Steinsalz	Älteres Steinsalz
882,30—883,50	Kalisalze	
883,50—885,00	Steinsalz	
885,00—885,50	Kalisalze	
885,50—887,00	Steinsalz	
887,00—887,20	Kalisalze	
887,20—896,00	Graues und rötliches Steinsalz	
896,00—923,50	Salzton, Anhydrit und rote Lettenschiefer, roter, feinkörniger Sandstein	Unt. Buntsandstein

C. Bohrungen im Felde von Cecilienhall.

25. Bohrung Cecilienhall II, südwestlich der Landstraße Eime-Sehlde.

(Quelle: Akten der Kgl. Geolog. Landesanstalt.)

0— 1,00	Muttererde	Diluvium
1,00— 21,75	Ton, Sand, Kies	»
21,75— 25,00	Kalkig-mergeliges Gestein, zu unterst ein roter Tonstreifen	Ober-Oligocän
25,00— 85,60	Glaukonitsande	»
85,60—255,00	Gips, z. T. Anhydrit, der Gips oft tonig, großschuppig, der Anhydrit schönstrahlig, weiß bis graulichweiß, z. T. klüftig	Auslaugungsresiduen, die großenteils aus Hauptanhydrit hervorgegangen sind
255,00—258,00	Hellgrauer, salziger, klüftiger Ton (Einfallen etwa 30°)	
258,00—282,00	Gips mit Anhydrit	
282,00—338,50	Hellfarbiges, gelbliches und rötliches Steinsalz	Jüngeres Steinsalz
338,50—345,60	Anhydrit	
345,60—350,60	Steinsalz mit Sylvin	
350,60—352,75	Hartsalz	
352,75—380,85	Steinsalz, rötlich bunt	
380,85—415,71	Anhydrit	Hauptanhydrit
415,71—418,00	Grauer Salzton	Grauer Salzton
418,00—420,30	Anhydrit hornartig-dicht (Einfallen 30°)	»
420,30—432,00	Steinsalz	Älteres Steinsalz?
432,00—432,50	Hartsalz	

Tiefe in m		Bemerkungen des Verfassers
432,50—470,50	Dunkelgraues Steinsalz (40—50° Einfallen)	Älteres Steinsalz
470,50—472,50	Carnallit	
472,50—474,30	Steinsalz	
474,30—475,10	Hartsalz	
475,10—589,60	Buntes Steinsalz mit Einlagerungen von Kalisalzen (Einfallen schwankt zwischen 20 und 60°)	
589,60—605,00	Carnallit mit Brocken von Sylvin, Steinsalz, Anhydrit und Salzton (75—90° Einfallen)	
605,00—611,00	Hartsalz	
611,00—618,50	Graues Steinsalz	
618,50—623,00	Hartsalz und Carnallit	
623,00—650,20	Zuerst rötliches, dann graues Steinsalz mit zwei Anhydritbänken	
650,20—658,00	Sandige Schiefertone und Letten, von Gleitflächen durchzogen, gefaltet und gestaucht	Röt
658,00—700,00	Wie vorher, aber zumeist vorwiegend mittel- bis grobkörniger Sandstein, rot, auch graurot, mit Anhydritknollen; auch Spuren von Kalisalzen	Mittl. Buntsandstein

26. Cecilienhall I, 350 m östlich von Sehlde II, östlich der Landstraße Eime-Sehlde.

(Nach Akten der Kgl. Geol. Landesanstalt, aufgestellt von H. Menzel.)

0— 43,90	Diluvium
43,90—122,56	Muschelkalk und zwar wahrscheinlich aus der Zone der Schaumkalkbänke

27. Flachbohrung I, südlich vom Dorf Sehlde.

(Quelle wie bei Nr. 26.)

0— 31,10	Diluvium
31,10— 64,90	Muschelkalk

28. Flachbohrung II, nördlich von Sehlde.

(Dieselbe Quelle wie Nr. 26.)

0— 32,00	Diluvium
32,0— 45,70	Muschelkalk

29—31. Flachbohrungen III, IV und V (Quelle wie bei Nr. 26) haben mächtiges Diluvium erbohrt und sind bei 56,0, 44,0 und 51,5 m ebenfalls im Muschelkalk gestundet.

Lebenslauf.

Ich, Christian Wilhelm Otto Renner, wurde am 31. Januar 1888 in Göttingen geboren als Sohn des Gymnasialoberlehrers Professor Dr. Christian Renner und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Boeters. Ich bin auf das evangelisch-lutherische Bekenntnis getauft und preußischer Staatsangehöriger.

Ich besuchte das Humanistische Gymnasium zu Göttingen und erwarb Ostern 1906 das Zeugnis der Reife.

Von dem Königlichen Oberbergamt zu Halle a. S. wurde ich als Bergbaubeflissener angenommen und leistete bis Ostern 1907 die praktische Lehrzeit auf verschiedenen Gruben der Provinz Sachsen ab. Dann bezog ich die Universität Göttingen für drei Semester; vier weitere Semester studierte ich an der Königlichen Bergakademie in Berlin. Dort bestand ich am 29. November bis 2. Dezember 1910 die Bergreferendarprüfung.

Am 12. Dezember 1910 wurde ich von der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt als Geologe angenommen. In dieser Stellung, die ich heute noch inne habe, war ich Hörer einiger Vorlesungen an der Universität und der Bergakademie zu Berlin.

Ich besuchte die Vorlesungen der folgenden Herren Dozenten in Göttingen: Baumann, Cohn, Fischer, v. Hippel, Koebe, v. Koenen, Kötz, Liebisch, Pompeckj, Rieke, C. Runge, Simon, Tammann, Wallach; in Berlin auf der Bergakademie: † Baum, Beyschlag, Finckh, Franke, Fuhrmann, Jahnke, Kühn, Krug, Krusch, Philippi, Phoenix, Pufahl, Rauff, Reuss, Scheibe, Stavenhagen, Voelkel, † Wahnschaffe, Wölbling; auf der Universität: Liebermann.

Allen genannten Herren bin ich zu großem Dank verpflichtet.